

Inhalt

Inhalt I

Abbildungsverzeichnis	IV
------------------------------------	-----------

Tabellenverzeichnis	VI
----------------------------------	-----------

Abkürzungsverzeichnis	VII
------------------------------------	------------

1	Einleitung.....	2
1.1	<i>Motivation.....</i>	2
1.2	<i>Zielsetzung.....</i>	2
1.3	<i>Kapitelübersicht.....</i>	3
2	Grundlagen und Stand der Technik	4
2.1	<i>Geschichte von Java</i>	4
2.1.1	Java und das Web, Applets statt Apples	5
2.1.2	Aktuelle Java Einsatzgebiete.....	6
2.1.3	Warum sich Softwareentwickler für Java entscheiden	7
2.2	<i>Die Datenbank</i>	7
2.2.1	Bestandteile einer Datenbank.....	8
2.2.1.1	Die 1:1 Beziehung	9
2.2.1.2	Die 1:n Beziehung	10
2.2.1.3	Die 1:c Beziehung	10
2.2.1.4	Die 1:m Beziehung	10
2.2.1.5	Die 1:mc Beziehung	10
2.2.1.6	Die m:m Beziehung	11
2.2.2	Normalisierung	11
2.2.3	Primärschlüssel, Fremdschlüssel	11
2.3	<i>MySQL</i>	12
2.3.1	Xampp.....	12
2.4	<i>Stand der Technik</i>	12
2.4.1	Bewertung der Recherchenergebnisse.....	13
2.5	<i>Grundlagen der Elektrotechnik</i>	14
2.5.1	Schutzorgane	14
2.5.1.1	Fehlerstromschutzeinrichtung (FI)	14

2.5.1.2	Schmelzsicherung.....	14
2.5.1.3	Leitungsschutzschalter.....	16
2.5.2	Zeit-Strom-Diagramm.....	17
2.5.2.1	Verwendung des Zeit-Strom-Diagramms	18
2.5.3	Verlegesysteme	20
2.5.3.1	Kabelpritsche	20
2.5.3.2	Kabelleiter.....	20
2.5.3.3	Installationsrohre.....	20
2.5.3.4	Häufung	20
2.5.4	Verlegearten für feste Verlegung	21
2.5.4.1	Verlegeart A1	21
2.5.4.2	Verlegeart A2.....	21
2.5.4.3	Verlegeart B1	22
2.5.4.4	Verlegeart B2.....	22
2.5.4.5	Verlegeart C.....	22
2.5.4.6	Verlegeart E, F und G	23
2.6	<i>Grundlagen zu Kabeln</i>	24
2.6.1	PVC Isolierte Kabel.....	24
2.6.1.1	Vorteile PVC Kabel	24
2.6.1.2	Nachteile PVC Kabel.....	24
2.6.2	VPE Isolierte Kabel	25
2.6.2.1	Vorteile VPE Kabel	25
2.6.2.2	Nachteile VPE Kabel.....	25
2.6.3	Leitermaterial	25
3	Präzisierung der Aufgabenstellung	27
3.1	<i>Programmablauf</i>	29
3.2	<i>Das ER – Modell</i>	30
3.2.1	Wichtige Tabellen im Überblick	31
3.3	<i>Die Oberfläche</i>	33
3.3.1	Programmoberflächenbeschreibung	34
3.4	<i>Erklärung der Funktionen</i>	35
3.4.1	Netzimpedanz	35
3.4.2	Umgebungstemperatur	35
3.4.3	Spannungsart	35
3.4.4	Leiteranzahl	36
3.4.5	Isoliermaterial	36
3.4.6	Leitermaterial	36
3.4.7	Kabelart	36
3.4.8	Verlegeart	36
3.4.9	Verlegesystem	37

3.4.10	Anzahl der Systeme	37
4	Die Berechnung.....	38
4.1	Nennstrom [<i>I_n</i>].....	38
4.2	Spannungsabfall [<i>V</i>]	38
4.3	Spannungsabfall [%]	39
4.3.1	Formel für Wechselstromverbraucher.....	39
4.3.2	Formel für Drehstromverbraucher	39
4.4	Maximale Kabellänge [<i>m</i>]	40
4.5	Abminderungsfaktor	41
4.6	Strombelastbarkeit [<i>I_r</i>]	42
4.7	Querschnitt von Kabeln	43
5	Programmentwurf	44
6	Adaptierung des Prototyps.....	47
6.1	Rechenbeispiel zur Veranschaulichung der Programmfunktionen	49
6.1.1	Auswahl der Sicherung.....	49
6.1.2	Überstromschutz	50
6.1.3	Kurzschlusschutz.....	51
6.1.4	Spannungsfall	53
6.1.5	Abschlussbetrachtung	53
7	Das Testen	54
7.1	Modultest.....	54
7.2	Benutzeroberflächentest.....	55
7.3	Optimierung des Programms.....	55
8	Ergebnisse und Ausblick.....	56
8.1	Ergebnisse	56
8.2	Bewertung der Arbeit.....	56
8.3	Ausblick.....	57
9	Literaturverzeichnis	58
	Selbstständigkeitserklärung	59
	Anlagen	61

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.2.1-1: Schalenmodell des Datenbankmanagementsystems	8
Abbildung 2.2.1-2: Beziehungstyp 1:1	9
Abbildung 2.2.1-3: Beziehungstyp 1:n	10
Abbildung 2.2.1-4: Beziehungstyp 1:c	10
Abbildung 2.2.1-5: Beziehungstyp 1:m	10
Abbildung 2.2.1-6: Beziehungstyp 1:mc	10
Abbildung 2.2.1-7: Beziehungstyp n:m	11
Abbildung 2.5.1-1: FI Schalter modifiziert nach ABB	14
Abbildung 2.5.1-2: NH-Sicherungen	15
Abbildung 2.5.1-3: Zeit-Strom Diagramm Schmelzsicherung	15
Abbildung 2.5.1-4: Thermischer Auslöser	16
Abbildung 2.5.1-5: Magnetischer Auslöser	17
Abbildung 2.5.2-1: Zeit-Strom Diagramm Leitungsschutzschalter	19
Abbildung 2.5.3-1: Kabeltrassen übereinander montiert	21
Abbildung 2.5.4-1: Verlegung in wärme gedämmten Wänden	21
Abbildung 2.5.4-2: Mehradrige Kabel in Installationsrohr oder direkt verlegt	21
Abbildung 2.5.4-3: Einadrige Verlegung im Installationsrohr auf Wand	22
Abbildung 2.5.4-4: Mehradrige Verlegung im Installationsrohr auf Wand	22
Abbildung 2.5.4-5: Direkte Verlegung auf Wänden oder Decken	23
Abbildung 2.5.4-6: Verlegung frei in Luft mit Abstand zur Wand	23

Abbildungsverzeichnis	V
Abbildung 2.5.4-7: Verlegung frei in Luft mit Berührung	23
Abbildung 2.5.4-8: Verlegung frei in Luft mit Abstand größer dem Kabeldurchmesser	24
Abbildung 2.6.1-1: PVC isoliertes Kabel	24
Abbildung 2.6.2-1: VPE isoliertes Kabel	25
Abbildung 2.6.3-1: ER-Modell.....	30
Abbildung 3.2.1-1: Auszug aus Tabelle Kabelbezeichnung	31
Abbildung 3.2.1-2: Auszug aus Tabelle Kabelmaterial.....	31
Abbildung 3.2.1-3: Auszug aus Tabelle Verlegeart.....	31
Abbildung 3.2.1-4: Auszug aus Tabelle Verlegung in Rohr.....	32
Abbildung 3.2.1-5: Auszug aus Tabelle Verlegung Kabelwanne.....	32
Abbildung 3.2.1-6: Auszug aus Tabelle Charakteristik.....	32
Abbildung 3.2.1-7: Auszug aus Tabelle Schutzorgan	33
Abbildung 3.2.1-8: Programmoberfläche	34
Abbildung 6-1: XAMPP Control Panel	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.2.1-1: Assoziationstypen	9
Tabelle 2.2.1-2 Assoziationstypen	9
Tabelle 2.5.2-1: Abschaltzeiten der Leitungsschutzschalter-Charakteristiken	18
Tabelle 2.5.2-2: Prüfströme der Leitungsschutzschalter.....	18
Tabelle 2.6.3-1: Vergleich der Eigenschaften von Kupfer- und Aluminiumleitern.....	26
Tabelle 4.4-1: Leitungslängen bei Wechselstrom	40
Tabelle 4.4-2: Leitungslängen bei Drehstrom.....	40
Tabelle 4.5-3: Umrechnungsfaktor für Umgebungstemperatur	41
Tabelle 4.5-4: Umrechnungsfaktor für Verlegeart.....	42
Tabelle 4.6-5: Strombelastbarkeit für Verlegeart in Luft.....	43
Tabelle 6.1.2-1: Belastbarkeit von Kabel und Leitungen aus Kupfer bei 30°C	51

Abkürzungsverzeichnis

EVG	Elektronisches Vorschaltgerät
FI	Fehlerstromschutzeinrichtung
LSS	Leitungsschutzschalter
NH	Niederspannungs-Hochleistungssicherung
PVC	Polyvinylchlorid
SQL	Structured Query Language
VPE	vernetztes Polyethylen

1 Einleitung

Im einleitenden Kapitel werden die Motivation und die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit besprochen. Gleichzeitig erfolgt ein kurzer Überblick zu den einzelnen Kapiteln dieser Arbeit.

1.1 Motivation

Auch wenn am Markt bereits professionelle Software zur Berechnung und Dimensionierung von Kabeln verfügbar sind, eignen sich die Produkte nicht immer für den Einsatz in unserem Unternehmen. Das Problem, das sich bei allen professionellen Programmen herauskristallisierte, sind die zu vergebenden Arbeitsplatzlizenzen. Da unser Unternehmen BHM Ingenieure auf mehrere Standorte aufgeteilt ist und jeder Standort aufgrund der unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche seine eigenen Planungsvorlagen hat, dürfen Programme oder Vorlagen nicht ohne Zustimmung der Geschäfts- oder Bereichsleitung für die Projekte verwendet werden, was Innovationen etwas erschwert. Ein weiterer Aspekt für die Firma sind natürlich auch immer die anfallenden Kosten durch den notwendigen Kauf von Einzel- bzw. Netzwerklizenzen und die Folgekosten durch Wartung der Programme wie beispielsweise das Installieren von Updates oder Aufrüsten der PC Hardware, damit das Programm den Programmanforderungen entspricht und somit für den einzelnen Nutzer nutzbar bleibt.

Die meisten, der im Internet angebotenen professionellen Programme, verfügen über ein Grundprogramm, welches kostengünstig angeboten wird. Um jedoch das Programm im vollen Umfang nutzen zu können, müssen die einzelnen Module teuer nachgekauft werden.

Das aus dieser Diplomarbeit resultierende Programm soll hauptsächlich der Berechnung von Kabeln dienen und auch die Möglichkeit bieten die errechneten Kabel in eine Tabelle zu speichern, die mit der richtigen Positionsbezeichnung aus dem Leistungsverzeichnis des in weiterer Folge verwendeten Ausschreibungsprogramms abgelegt und gedruckt werden kann. Um für alle Mitarbeiter in unserem Unternehmen einen einfachen Zugang zu diesem Programm zu ermöglichen, habe ich mich für dieses Thema entschieden.

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit befasst sich im Wesentlichen mit der Erstellung und Verwendung einer Datenbank zur Berechnung und Dimensionierung von verschiedenen Kabeltypen. Es soll auch erklärt werden, wie man eine bestehende Datenbank im MS Access in eine MS SQL Server Datenbank implementieren kann.

Diese soll dann firmenintern als Hilfestellung beim Planen von Gebäudeinstallationen und der Anspeisung von elektrischen Anlagen dienen. Das Programm soll die Möglichkeit bieten, die errechneten Daten in einer Tabelle auszuwerten und in weiterer Folge als Grundlage zur Ausschreibung dienen.

Durch die Erkenntnisse des zuvor erstellten Prototyps für diese Anwendung können bereits beim Entwurf der neuen Benutzeroberfläche, die dort häufig auftretenden Fehler vermieden und fehlenden die Funktionen berücksichtigt werden.

Um die Datenbank im Berufsalltag einsetzen zu können, habe ich mich für den Einsatz des Programmes Java Netbeans entschieden, da alle Rechner in unserem Unternehmen durch die Verwendung von Windows 7 in Kombination mit Internet Explorer, die Unterstützung von Java gewährleisten können.

Das Hauptziel ist also ein eigenständiges Programm, welches auf jedem Rechner installiert werden kann und die Kabeldaten, welche zur Berechnung notwendig sind, aus einer Datenbank vom Server bezieht.

Zusätzlich sollen über eine Benutzerauthentifizierung die verfügbaren Funktionalitäten eingeschränkt werden können.

1.3 Kapitelübersicht

Die Diplomarbeit besteht aus acht Kapiteln.

Nach der allgemeinen Einleitung im **Kapitel 1** werden im **Kapitel 2** die Grundlagen und der Stand der Technik vermittelt und ihre Standards erläutert. Dieses Elementarwissen soll der gesamten Arbeit als Grundlage dienen.

Anschließend wird im **Kapitel 3** das themenstellende Programm und seine Funktion erläutert. Zusätzlich wird die Aufgabenstellung mithilfe eines Pflichtenheftes präzisiert.

Im **Kapitel 4** werden die wichtigsten Berechnungsformeln und Tabellen im Detail vorgestellt.

Hinterher wird im **Kapitel 5** das Systemkonzept mit Hilfe von Flussdiagrammen dargestellt. Dazu wird auf Basis des Pflichtenheftes aus softwaretechnischer Sicht die Software designt.

Eine Übersicht der zu bewältigenden Herausforderungen bei dieser Arbeit wird im **Kapitel 6** erläutert. Hier erfolgen auch die Umsetzungen der Anforderungen.

Im **Kapitel 7** werden Tests für einzelne Teile des Programms erstellt und beschrieben.

Schließlich werden im **Kapitel 8** die Resultate der einzelnen Kapitel der Diplomarbeit noch einmal zusammengefasst. Hier werden auch die Leistungen des Diplomanden aus seiner Sicht dargestellt. Zusätzlich wird ein Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen gegeben.

2 Grundlagen und Stand der Technik

In der Literatur gibt es viele Anschauungen, wie Datenbanken definiert sind. Für jeden Anwender bzw. Softwareentwickler sind die technischen Grundlagen dieser bewährten Technologie von großer Bedeutung. So gesehen wird im folgenden Abschnitt versucht, verschiedene Begriffe zu definieren bzw. grundlegende Architekturmodelle zu beschreiben. Dieses Elementarwissen soll der Diplomarbeit dann als Grundlage dienen.

2.1 Geschichte von Java

Alles begann in den 1970er Jahren als Bill Joy eine Programmiersprache schaffen wollte, die alle Vorteile von MESA und C vereinigen sollte. Dieser Wunsch blieb ihm bis Anfang der 1990er Jahre vorbehalten, bis er in dem Artikel »Further« beschrieb, wie eine neue objektorientierte Sprache aussehen könnte. Sein Grundgedanke war, dass sie in den Grundzügen auf C++ aufbauen und später als Basissprache dienen könnte. Zu diesem Zeitpunkt war ihm noch unklar, dass diese Programmiersprache ungeeignet und für große Programme unhandlich ist. Zu jener Zeit arbeitete James Gosling am SGML-Editor Imagination. Sein tägliches Brot verdiente er mit der Entwicklung von Programmen in C++ und war mit dieser Sprache ebenfalls nicht zufrieden. Aus diesem Unmut heraus entstand die neue Sprache Oak. Der Name fiel Gosling angeblich ein, als sein Blick aus dem Fenster schweifte und er eine Eiche erblickte (engl. oak). Patrick Naughton startete im Dezember 1990 das Green-Projekt, in das Gosling und Mike Sheridan involviert waren. Überbleibsel aus dem Green-Projekt ist der Duke, der zum bekannten Symbol wurde.

Als Basis rund um dieses Projekt galt die Entwicklung einer Software für interaktives Fernsehen und Geräte der Unterhaltungselektronik zu entwickeln. Bestandteile dieses Projekts waren das Betriebssystem Green-OS, Goslings Interpreter Oak und einige Hardwarekomponenten. Joy zeigte den Mitgliedern des Green-Projekts seinen Further-Aufsatz und begann mit der Implementierung einer grafischen Benutzeroberfläche. Gosling schrieb den Original-Compiler in C und anschließend entwarfen Naughton, Gosling und Sheridan den Runtime-Interpreter ebenfalls in C. Oak führte die ersten Programme im August 1991 aus. So entwickelte das Green-Dream-Team ein Gerät mit der Bezeichnung *7 (Star Seven), das es im Herbst 1992 intern vorstellte. Der ehemalige Sun-Chef Scott McNally (der nach der Übernahme von Oracle im Januar 2010 das Unternehmen verließ) war von *7 beeindruckt und aus dem Team wurde im November die Firma First Person, Inc. Nun ging es um die Vermarktung von Star Seven.

Der Konzern Time Warner stellte Anfang 1993 dem Team eine Anfrage bezüglich eines Systems für Set-Top-Boxen (Set-Top-Boxen sind elektronische Geräte für Endbenutzer). Später jedoch ließ das Interesse von Time Warner an diesem Produkt nach, aber First Person entwickelte (sich) weiter. Nach vielen Richtungswechseln konzentrierte sich die Entwicklung auf das World Wide Web (kurz

Web genannt, selten W3). Als Vorgabe an die Programmiersprache sollte der Programmcode über das Netzwerk empfangen werden können, und fehlerhafte Programme sollten keine Möglichkeit besitzen, dem Endgerät einen Schaden zufügen zu können. Allein an dieser einfach scheinenden Anforderung scheiterten die meisten Konzepte aus C(++) und erstickten schon im Ansatz. Kurz darauf entdeckten die Mitglieder des ursprünglichen Projektteams, dass Oak alle Eigenschaften aufwies, die nötig waren, um es im Web einzusetzen zu können, obwohl es ursprünglich für einen ganz anderen Zweck entwickelt worden war. Anschließend wurde die Sprache Oak in Java umgetauft, da es aus Gründen des Copyrights nicht mehr verwendet werden konnte. So war es ein großes Glück, dass Netscape sich entschied, die Java-Technologie zu lizenzieren. Sie wurde in der Version 2.0 des Netscape Navigators implementiert. Der Navigator kam im Dezember 1995 auf den Markt. Im Januar 1996 wurde das JDK 1.0 freigegeben, was den Programmierern die erste Möglichkeit gab, Java-Applikationen und Web-Applets (Applet: »A Mini Application«) zu programmieren. Kurz vor der Fertigstellung des JDK 1.0 gründeten die verbliebenen Mitglieder des Green-Teams die Firma JavaSoft. Und so begann der Siegeszug.

Wo ist die Sonne? Oracle übernimmt Sun Microsystems 2010

Die Entwicklungsplattform Java stammte ursprünglich von Sun Microsystems, einem Unternehmen, welches sich schon viele Jahre mit Betriebssystemen und Hardware auseinander setzte. Sun hat viele Grundlagen für moderne IT-Systeme entwickelt, aber vielen war es nur über Java geläufig, was in weiterer Folge eine Ablöse der SUNW Aktie durch die JAVA Aktiensymbol ersetzt wurde. Sun hatte kein Geschick in der Vermarktung seiner Produkte einen Verlust von 2,2 Milliarden US\$, was im März 2009 zu Übernamefantasien von IBM führte. Den Zuschlag erhielt einen Monat später die Oracle Corporation und übernahm Sun Microsystems für 7,4 Milliarden Dollar, inklusive aller Rechte und Patente für Java, MySQL, Solaris, OpenOffice, VirtualBox und allen anderen Produkten. (Ullenboom, 2014)

2.1.1 Java und das Web, Applets statt Apples

Es ist keineswegs übertrieben, wenn man behauptet, dass dem Internet der größte Anteil bei der Verbreitung von Java zuzuschreiben ist. Populär wurde Java in erster Linie durch die Applets – Java-Programme, die vom Browser dargestellt werden. Applets werden in einer HTML-Datei referenziert, wobei sich der Browser eigenständig die benötigten Klassen und Ressourcen über das Netz holt und sie in einer virtuellen Maschine ausführt. Applets brachten erstmals Schwung in die bis dahin unspektakulären Webseiten – JavaScript selbst wurde erst etwas später eingeführt. Trotz der Einfachheit von Applets, gibt es verständlicherweise einige Schmälerungen bei den Berechtigungen. Applets dürfen nicht – sofern sie nicht signiert sind – auf das fremde Dateisystem zugreifen und dort Schaden anrichten indem sie Daten von der Festplatte löschen, wozu Java-Applikationen problemlos imstande wären. Netscape war eine der ersten Firmen, die mit der Integration eines Java-Interpreter in ihrem Webbrowser starteten. Heutzutage bietet jeder Browser Java-Unterstützung, welches durch die Unterstützung der Firma Oracle, die mit dem Java-Plugin die jeweils neusten Java-Versionen in den Browser der verschiedensten Anbieter integriert. Obwohl Java durch das Web seine

Popularität vergrößerte und dort viele Einsatzgebiete liegen, kann es auf verschiedensten Plattformen eingesetzt werden. Java gehört inzwischen wohl zu den wichtigsten Sprachen, wenn es um die Gestaltung von Internet-Applikationen auf dem Server geht. Sie unterstützt sowohl strukturiertes als auch objektorientiertes Programmieren und ist ideal für größere Projekte, wo die Unsicherheiten von C++ vermieden werden sollen. Nach der sehr starken Anfangsphase von Java werden die Stimmen immer lauter, dass Java zu langsam für Client- Anwendungen sei. Der technologische Fortschritt der virtuellen Maschinen wurde aufgrund der Entwicklung von JIT-Compilern und der Hotspot-Technologie in den letzten Jahren spürbar verbessert, was sich in der Performance niederschlägt. Auch die Hardware in den Client PCs wird jedes Jahr stärker und die Leistung der Prozessoren ist ständig am Wachsen. Neueste in Java geschriebene Entwicklungsumgebungen zeigen, dass auch auf der Clientseite Programme in angemessener Geschwindigkeit laufen können. (Ullenboom, 2014)

2.1.2 Aktuelle Java Einsatzgebiete

Java dient als Basis für beinahe jede Art von Netzwerkanwendung und als globaler Standard für die Entwicklung und Bereitstellung von eingebetteten und mobilen Anwendungen, Spielen, webbasiertem Content und Unternehmenssoftware. Eine Vielzahl an Mitarbeitern weltweit und mehr als neun Millionen Entwicklern ermöglicht Java die effiziente Entwicklung, Bereitstellung und Verwendung leistungsstarker Anwendungen und Services, wie es der Markt erfordert.

Anfangen bei Laptops bis hin zu Rechenzentren, Spielekonsolen, wissenschaftlichen Supercomputern, Mobiltelefonen und dem Internet, Java wird überall verwendet.

- 97 % aller Unternehmensdesktops nutzen Java
- 89 % aller Desktops (oder Rechner) in den USA nutzen Java
- 9 Millionen Java-Entwickler weltweit
- Erste Wahl für Entwickler
- Entwicklungsplattform Nummer 1
- 3 Milliarden Mobiltelefone nutzen Java
- 100 % aller Blu-Ray-Player werden mit Java ausgeliefert
- 5 Milliarden Java-Karten sind im Gebrauch
- 125 Millionen Fernsehgeräte nutzen Java
- 5 der Top 5 Original Equipment Manufacturer liefern Java ME aus

2.1.3 Warum sich Softwareentwickler für Java entscheiden

Den Endschliff bekam Java von einer engagierten Community aus Java-Entwicklern, -Architekten und –Spezialisten, die die Entwicklungsumgebung getestet, verfeinert, erweitert und geprüft haben. Java ermöglicht die Entwicklung von portierbaren, leistungsstarken Anwendungen und ist für Entwickler mittlerweile unentbehrlich, da Sie damit Folgendes erreichen können:

- Entwickeln und Ausführen von Software auf beinahe jeder verfügbaren Plattform
- Programme die für Webbrowser entwickeln und dort ausführen um auf verfügbare Webservices zugreifen zu können
- Anwendungen für Onlineforen, Stores, Umfragen, HTML-Formularbearbeitung können serverseitig entwickelt werden.
- Anwendungen oder Services lassen sich mit Java als Programmiersprache sehr flexibel gestalten.
- Das Schreiben leistungsfähiger und effizienter Anwendungen für Mobiltelefone, Remote-Prozessoren, Mikrocontroller, drahtlose Module, Sensoren, Gateways, Verbrauchsgüter sowie für fast jedes andere elektronische Gerät ist mit Hilfe von Java möglich geworden. (Oracle, 2014)

Für die Diplomarbeit wurde NetBeans IDE <https://netbeans.org/> in der aktuellen Version 8.0.1 gewählt.

2.2 Die Datenbank

In vielen Bereichen unseres Alltags wird heute mit Datenbanken gearbeitet: am Geldautomat, im Supermarkt, beim Arzt oder beim Tätigen eines Kaufes im Internet. Alle diese Bereiche arbeiten auf computergestützten Programmen, deren Basis eine Datenbank darstellt. Zur Verwaltung dieser Informationen werden standardmäßig Tabellen verwendet.

Eine Datenbank hat grundsätzlich die Aufgabe beliebige Daten zu verwalten, Informationen aus diesen Daten bereitzustellen und unberechtigten Personen den Zugriff auf die Daten zu verweigern. Unter dem Verwalten von Daten versteht man das Eingeben von neuen Daten, das Löschen veralteter Daten sowie das Nachführen bestehender Daten.

Die Datenbank muss die Datenintegrität gewährleisten, das heißt widersprüchliche Eingabedaten des Benutzers müssen zurückgewiesen und die gespeicherten Daten gesichert werden können, damit bei technischen und manuellen Fehlern keine Datenverluste auftreten. Außerdem müssen die Daten vor unberechtigten Zugriffen geschützt werden können.

2.2.1 Bestandteile einer Datenbank

Datenbankverwaltungssysteme (DBMS) sind computergestützte Systeme, welche eine oder mehrere Datenbanken und sämtliche Programme enthalten. Sie sind der Kern der Datenbank und beinhalten die notwendigen Systemroutinen zur Definition und Manipulation von Daten.

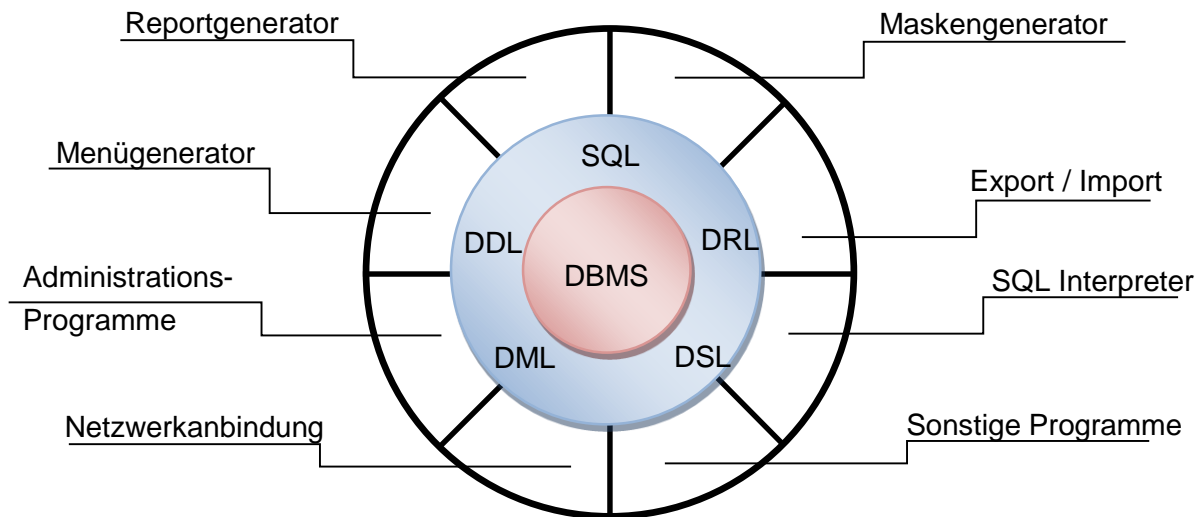


Abbildung 2.2.1-1: Schalenmodell des Datenbankmanagementsystems

Die Datenbanksprache bildet die Schnittstelle zwischen dem Benutzer und dem Datenbankverwaltungssystem (DBMS). ORACLE setzt die Sprache SQL (**S**tructured **Q**uery **L**anguage) ein, welche sich aus vier verschiedenen Elementen zusammensetzt.

Datendefinition (DDL=Data Definition Language). Dieser Sprachenteil wird benötigt, um die Datenstruktur aufzubauen (Tabellen einrichten, Felder definieren etc.).

Datenmanipulation (DML=Data Manipulation Language). Diese Funktion stellt die Möglichkeit zur Erstellung, Löschung und Veränderung der Daten in Form von Datensätzen bereit.

Datenabfrage (DRL=Data Retrieval Language). Hiermit können Daten nach frei wählbaren Kriterien abgefragt werden.

Datensicherheit (DSL=Data Security Language). Bietet Mittel zum Schutz vor unberechtigtem Zugriff auf die gespeicherten Daten.

Datenbankkommunikation (SQL=Structured Query Language). Dies beinhaltet eine Datenbanksprache zur Erstellung einer Datenbankstruktur in einer relationalen Datenbank. (Steiner, 2009)

Bereits beim Entwurf einer Datenbank sollte man sich Gedanken machen, wie die Abhängigkeiten der Tabellen untereinander aussehen sollen. Es gibt verschiedene Beziehungen, die bei einer Datenbank zum Einsatz kommen können.

Grundsätzlich gibt es vier verschiedene Assoziationstypen zwischen zwei Tabellen, welche festlegen, wie viele Tupel der Tabelle 1 zu einem Tupel der Tabelle 2 zugeordnet werden können. In der Entwurfsebene sind nur eine 1:1, 1:c, 1:m oder 1:mc Beziehung zwischen den Tabellen erlaubt. Diese können in einem sogenannten ER-Diagramm dargestellt werden. (Steiner, 2009)

Abkürzung	Assoziationstyp	Anzahl Tupel der	Wert
1	einfache Assoziation	Genau ein Tupel	1
C	konditionelle Assoziation	Kein oder genau ein	0/1
M	multiple Assoziation	Mindestens ein Tupel	>1
Mc	multiple-konditionelle Assoziation	Beliebig viele Tupel	>0

Tabelle 2.2.1-1: Assoziationstypen

Wie in der Tabelle 1 ersichtlich, gibt es vier verschiedene Assoziationstypen. Damit ergeben sich 16 verschiedene Möglichkeiten von Relationen zwischen den Tabellen (siehe Tabelle 2.2.1-2). Dadurch ergeben sich 10 unterschiedliche und 6 identische Relationstypen. Im folgenden Abschnitt werden die verschiedenen Relationen erklärt und grafisch veranschaulicht.

T1 \ T2	1	c	m	mc	Relationstyp
1	1-1	c-1	m-1	mc-1	hierarchisch
c	1-c	c-c	m-c	mc-c	konditionell
m	1-m	c-m	m-m	mc-m	netzwerkförmig
mc	1-mc	c-	m-	mc-	netzwerkförmig

Tabelle 2.2.1-2 Assoziationstypen

2.2.1.1 Die 1:1 Beziehung

Bei einer 1:1 Beziehung sind alle Datensätze der einen Tabelle mit genau einem übereinstimmenden Datensatz der anderen Tabelle zugeordnet. Diese Art von Beziehung ist nicht sehr häufig, da die Informationen auf die zugegriffen werden, fast immer in derselben Tabelle enthalten sind. Sie werden auch dazu verwendet um Tabellen mit vielen Attributen aufzuteilen oder um Informationen aufgrund von Zugriffsrechten abzutrennen.

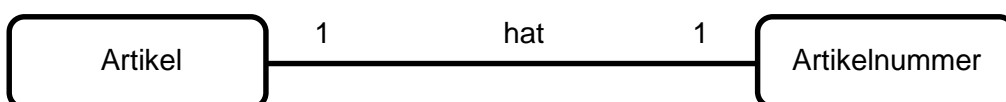


Abbildung 2.2.1-2: Beziehungstyp 1:1

2.2.1.2 Die 1:n Beziehung

Der am häufigsten verwendete Beziehungstyp zwischen zwei Tabellen ist die 1:n Beziehung. Mit dieser können einem Tupel in einer Tabelle Artikel mehrere passende Tupel der Tabelle Lagerplatz zugeordnet sein.

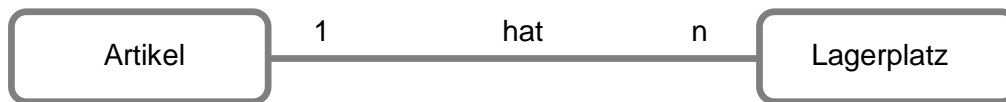


Abbildung 2.2.1-3: Beziehungstyp 1:n

2.2.1.3 Die 1:c Beziehung

Ein weiterer Beziehungstyp ist die 1:c Beziehung. Hier können einem Tupel in einer Tabelle Kunde ein oder kein Tupel der Tabelle Bestellung zugeordnet sein.

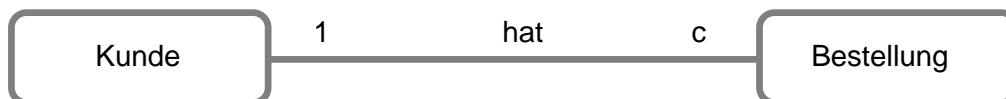


Abbildung 2.2.1-4: Beziehungstyp 1:c

2.2.1.4 Die 1:m Beziehung

Ein typischer Anwendungsfall für den Beziehungstyp 1:m zwischen zwei Tabellen wäre, wenn einem Tupel in einer Tabelle Bestellung mindestens ein passender Tupel der Tabelle Artikel zugeordnet ist.

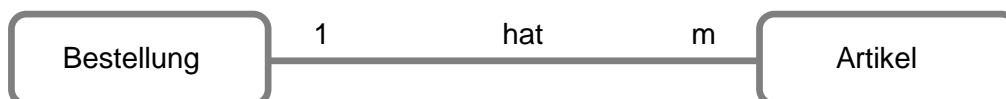


Abbildung 2.2.1-5: Beziehungstyp 1:m

2.2.1.5 Die 1:mc Beziehung

Zu guter Letzt noch der Beziehungstyp 1:mc. Hierbei ist es möglich, dass zwischen zwei Tabellen einem Tupel in einer Tabelle Artikel keine oder beliebig viele Tupel der Tabelle Bestellung zugeordnet sind.

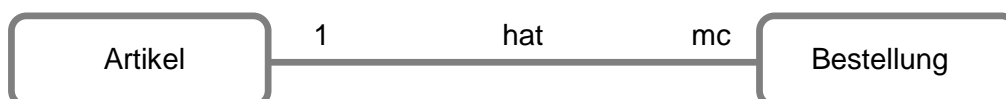


Abbildung 2.2.1-6: Beziehungstyp 1:mc

2.2.1.6 Die m:m Beziehung

Als Beispiel für eine konditionelle Beziehungsart wird hier auf die n:m Relation eingegangen. Bei dieser Beziehung können jedem Datensatz der einen Tabelle mehrere Datensätze der anderen Tabelle zugeordnet sein und umgekehrt. Zur Realisierung dieser Beziehung muss eine zusätzliche Tabelle mit zwei 1:m Beziehungen erstellt werden, in welcher der jeweilige Primärschlüssel der beiden Tabellen enthalten ist. Nachteilig ist hier die Entstehung von Redundanzen, welche die Datenbank inkonsistent machen.

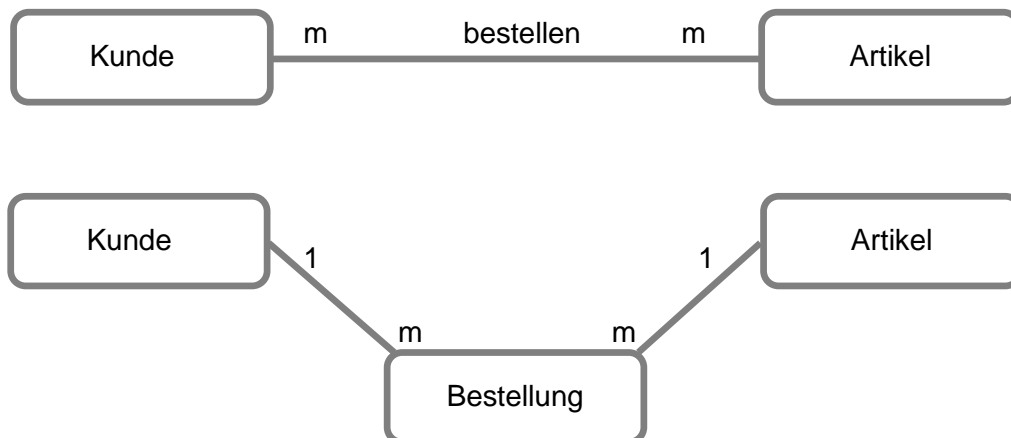


Abbildung 2.2.1-7: Beziehungstyp n:m

2.2.2 Normalisierung

Die Aufgabe der Normalisierung ist eine redundanzfreie Speicherung von Daten in den Tabellen. Dabei ist wichtig, dass Redundanzen vermieden werden, da diese sonst schnell bei Änderungen von Inhalten zu Inkonsistenzen führen. Redundanzfrei bedeutet, dass keine Daten entfernt werden können, ohne dass es zu Informationsverlusten kommt.

2.2.3 Primärschlüssel, Fremdschlüssel

Nach der Codd'schen Charakterisierung ist ein Wesensmerkmal von relationalen Datenbanken, dass alle Beziehungen zwischen den Daten über Werte hergestellt werden. Um an einzelne Tupel einer Relation heranzukommen, müssen wir die Tupel eindeutig identifizieren. Da Attribute wie Name und Vorname in der Regel nicht die erforderliche Eindeutigkeit bieten, werden üblicherweise künstliche Schlüssel eingeführt wie Matrikelnummern bei Studierenden, Kundennummern in Geschäftsbeziehungen, Personalnummern in Unternehmen, Kfz-Kennzeichen im Straßenverkehr. Die Bedingung, dass es keine zwei Tupel in einer Relation geben kann, die denselben *Primärschlüssel* haben, wird als *Entitätsintegrität* bezeichnet. (Günter Matthiessen, 2012)

Die Schlüsselwerte, die Beziehungen zwischen verschiedenen Relationen beschreiben, werden als *Fremdschlüssel* bezeichnet. Ein *Fremdschlüssel* ist eine Folge von Attributen. Die Werte dieser Attribute beziehen sich jeweils auf die Schlüsselwerte des Primärschlüssels einer anderen (gegebenenfalls derselben) Relation. Für eine Beziehung über einen *Fremdschlüssel* wird allgemein die referenzielle Integrität gefordert, was bedeutet, dass der Wert bzw. die Wertekombination des Fremdschlüssels in der abhängigen Relation auf jeden Fall als Schlüssel in der Vaterrelation enthalten sein muss.

2.3 MySQL

SQL steht für Structured Query Language was zu Deutsch „Strukturierte Abfragesprache“ bedeutet. Sie wird dazu verwendet, um gezielt Daten aus einer Datenbank herauszufiltern. Es macht keinen Unterschied, ob Open Source oder eine kommerzielle Software benutzt wird, der Basisbefehlssatz lässt nahezu jede Datenbank auf dieselbe Art und Weise bedienen. Zu diesem gehören SELECT (Abfrage), UPDATE (Aktualisieren), DELETE (Löschen), INSERT (Einfügen) und DROP (Entfernen).

Große Datenbanken die dem Stand der Technik entsprechen, müssen vier wichtige Kriterien erfüllen, um ein großes Maß an Datensicherheit und Zugriffsgeschwindigkeit zu gewährleisten. Da der Speichervorgang sehr oft ausgeführt wird, muss dieser einfach und schnell erfolgen. Das Speichermedium, auf dem die Daten abgelegt werden, muss zuverlässig sein, damit es nicht zu Datenverlust kommt. Alle Daten können schnell und einfach abgerufen werden, egal wie groß die Anzahl der Datensätze in der Datenbank ist. Einfache Methoden holen die gewünschten Daten aus riesigen Datenmengen in kürzester Zeit. (Michael Kofler, 2005)

2.3.1 Xampp

XAMPP verbindet alle nützlichen und erforderlichen Programme zur Erstellung einer Datenbank im Internet im Mantel eines Open-Source Programmes. XAMPP ist eine Abkürzung und steht für X wie Linux, A wie Apache, M wie MySQL, P wie Perl und das letzte P für PHP. Später gab es auch WAMPP für Windowsplattformen. Für diese Arbeit wurde die aktuelle Version 1.8.3-4 VC11 für Windows von <https://www.apachefriends.org/de/index.html> installiert, welche am August 2013 veröffentlicht wurde.

2.4 Stand der Technik

Um die Grundlage dieses Projektes genauer definieren zu können, muss man natürlich zuerst mal eruieren, welche Produkte mit welcher Funktionalität am Markt verfügbar sind. Der Ferrari unter diesen Produkten ist ElcoCAD von der Firma Bentley. Dieses Tool lässt keine Wünsche offen, da es nahezu alle Bereiche der Elektroplanung abdecken kann. Zu den wesentlichen Merkmalen des Programmes gehört das Berechnen und Kalkulieren von kompletten elektrischen Anlagen, das automatische Erstellen von Stromlaufplänen und Dokumentationen, 2D oder 3D Darstellung der kompletten

Verkabelung und Auswerten der benötigten Kabel, Belegungsoptimierung, Verlegesysteme, Schaltschränke und Unterstützung in allen gängigen CAD Versionen. [<http://www.bentley.com/de-DE/Products/Bentley+Building+Electrical+Systems/Features-List.htm>]

Ein zweites sehr innovatives Produkt ist Elaplan und wurde von der Firma Elektrasoft aus Frankfurt entwickelt. Es bietet ein Basismodul zur Berechnung von elektrischen Anlagen. Alle weiteren Module sind funktional unabhängig voneinander und können bei Bedarf nachgeordnet werden. Die Stärken dieses Programms liegen in der Detailplanung der Energieverteilung und Energieversorgung von elektrotechnischen Anlagen. [http://www.elektrasoft.de/elaplan_modul_E.html]

Belegungsoptimierung

Bereits beim Erstellen der Pläne wird auf ein ordnungsgemäßes Verlegen der Kabel in den Trag- und Rohrsystemen geachtet und vom Programm automatisch generiert. Es werden für das jeweilige Verlegesystem die maximal zulässige Belegung sowie der höchst zulässige Spannungsabfall pro Leiter berücksichtigt.

Visualisierung in CAD

Nach erfolgreicher Erstellung der Stromlaufpläne können alle Daten, die zur Erstellung einer Anlage nötig sind, im CAD Programm grafisch dargestellt. Es können auch Videoclips, diverse Bilder oder Ergebnisse von Messungen im Plan zugewiesen werden. Dies bietet eine gute Möglichkeit im Nachhinein auch bei schwer zu erreichenden Stellen eine gute Übersicht über die Verhältnisse der Anlage zu erhalten.

Automatisierte Erstellung von Stromlaufplänen

Die automatische Symbolplatzierung bietet viele Vorteile beim Erstellen von Stromlaufplänen, da sich alle Stromlasten, Abzweigungen sowie die erforderlichen Gerätetypen nach Verlegungstyp und Bezeichnung in 2D und 3D darstellen lassen.

Normen und Vorschriften

Für die Verlegung der Kabelsysteme werden aktuelle technische Richtlinien unter Berücksichtigung bautechnischer Normen angewandt. Zur Errichtung von elektrischen Anlagen gelten in Österreich die TAEV in der aktuellen Ausgabe (technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an öffentliche Versorgungsnetze mit Betriebsspannungen bis 1000 Volt) und die ÖNORM 8001 (Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V)

2.4.1 Bewertung der Recherchenergebnisse

Im Internet findet man viele gut aufbereitete Fachbücher zu den Bereichen Datenbanken, Webapplikationen und Programmierung. Diese werden in fast jedem Onlineshop sowohl als gedruckte als auch digitale Version bereitgestellt. Die am Markt vorhandene Software der unterschiedlichen Hersteller wird meist als kostenlose Demoversion mit einer Nutzungsdauer von 30 Tagen, nach einem

kurzen Registrierungsvorgang, zu Verfügung gestellt. Bei der Software zur Java Entwicklung gibt es einige Webseiten, welche eine Gratisversion zum Download bereitstellen.

2.5 Grundlagen der Elektrotechnik

2.5.1 Schutzorgane

Im Programm stehen die am häufigsten verwendeten Sicherungseinrichtungen zur Auswahl. Diese sind Leitungsschutzschalter, Fehlerstromschutzeinrichtungen und Schmelzsicherungen. Ist eine elektrische Anlage in Betrieb genommen worden, darf es nicht zu Personenschaden oder Schaden an Sachwerten kommen. Falls ein Fehlerfall auftritt, muss garantiert sein, dass sich die Anlage selbstständig abschaltet. (Europa Lehrmittel: Nourney, 2002)

2.5.1.1 Fehlerstromschutzeinrichtung (FI)

Alle aktiven Leiter (L1, L2, L3, N) die zu einem Betriebsmittel führen, werden durch einen Summenstromwandler geführt. Liegt keine Störung vor, so ist die Summe der zu- und abfließenden Ströme null. Da sich die magnetischen Wechselfelder der Leiter gegenseitig aufheben, wird in der Ausgangswicklung des Summenstromwandlers keine Spannung induziert. Kommt es zu einem Erdschluss eines Leiters, fließt ein Teil des Stromes über die Erdung zum Einspeisepunkt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Summe im FI nicht mehr null und ein elektromagnetischer Auslöser wird betätigt. (Europa Lehrmittel: Nourney, 2002)



Abbildung 2.5.1-1: FI Schalter modifiziert nach ABB

2.5.1.2 Schmelzsicherung

Wenn ein elektrischer Leiter von Strom durchflossen wird entsteht Wärme, welche durch hohe Ströme sogar zur Brandgefahr führen kann. Durch den Einbau von Schmelzsicherungen wird eine unzulässige Erwärmung unterbunden. Die Sicherung beinhaltet einen Leiter mit geringem Querschnitt, dessen Aufgabe es ist, bei hohen Stromstärken sofort zu schmelzen. Dies verhindert ein Zerstören der Leitungen und deren angeschlossenen Geräte. Ist der Draht in der Sicherung einmal

geschmolzen, so muss diese gegen eine neue ersetzt werden. Bei Schraubsicherungen gibt es zwei unterschiedliche Typen die DIAZED und NEOZED. Beide funktionieren nach demselben Prinzip und unterscheiden sich nur durch die Größe.

NH-Sicherungen sind Niederspannungs-Hochleistungssicherungs-Systeme bestehend aus NH-Sicherungsunterteil und NH-Schmelzeinsatz gibt es in unterschiedlichen Baugrößen, welche für Bemessungsstromgrößen von 2A bis 1250A stehen. (Europa Lehrmittel: Nourney, 2002)



Abbildung 2.5.1-2: NH-Sicherungen

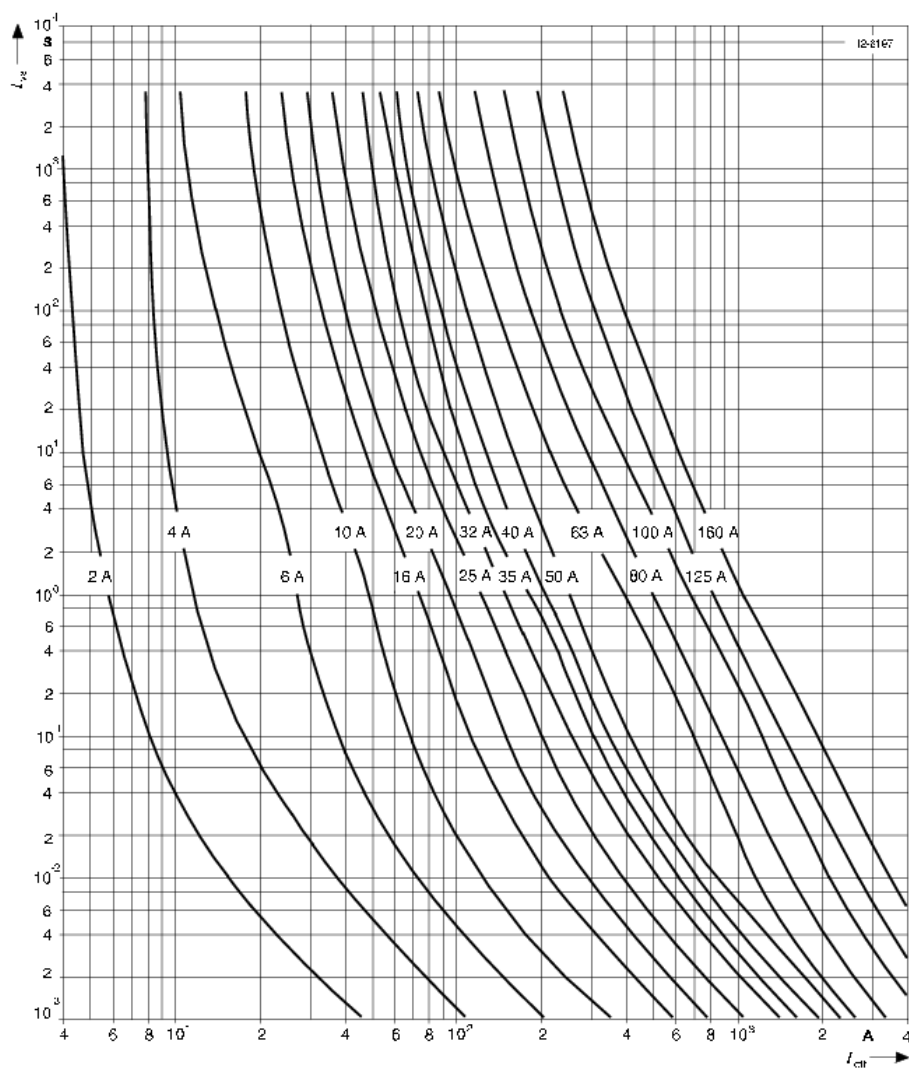


Abbildung 2.5.1-3: Zeit-Strom Diagramm Schmelzsicherung

2.5.1.3 Leitungsschutzschalter

Die Aufgabe von Schutzschaltern ist das selbstständige Trennen der Verbraucher oder Anlagenteile von Stromnetz. Leitungsschutzschalter sind Überstrom-Schutzeinrichtungen, die nach Auslösung wieder eingeschaltet werden können.

Es gibt zwei Arten von Schutzschaltern, die mit einem thermischen und zusätzlich einem elektrischen Auslöser. Leitungsschutzschalter mit thermischem Auslöser haben einen Bimetallstreifen eingebaut, welcher je nach Erwärmung des Widerstandes auf diesen einwirkt. Ist der Krümmungsweg größer als am Ausgang eingestellt, löst sich die Sperre am Schaltschloss. Schutzschalter mit thermischen Auslösern unterbrechen verzögert und schützen vor Überlast des Systems, jedoch nicht vor Kurzschluss. Schutzschalter mit elektrischem Auslöser sind Schnellauslöser, da bereits geringe Ströme das Schaltschloss des Schutzschalters unverzüglich entriegeln. Die Leitungsschutzschalter sind in Auslösekategorien eingeteilt, die sich anhand Auslösekennlinie unterscheiden.

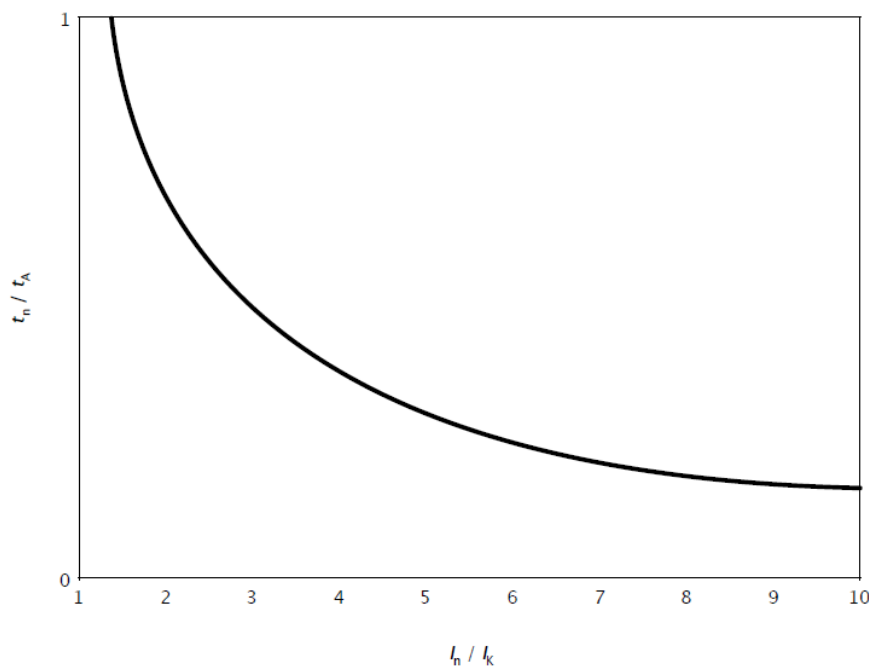


Abbildung 2.5.1-4: Thermischer Auslöser

Abbildung 2.5.1-4 zeigt eine Kennlinie für den thermischen Auslöser. Dieser funktioniert mit einem Bi-Metall. Dieses hat die Eigenschaft, dass es sich bei Erwärmung verbiegt. Eine Eigenschaft, die dieses Metall erhält, aufgrund der Verbindung von zwei verschiedenen Metallen. Diese Metalle dehnen sich bei Erwärmung unterschiedlich aus. Dadurch verbiegt sich das Bi-Metall. Das hat den Vorteil, dass bei langsam ansteigendem Strom der LSS nicht sofort auslöst. Erwärmt sich jetzt das Bi-Metall durch einen Strom, so verbiegt es sich und löst damit die Sicherung aus. Der Stromkreis ist geöffnet und der Überstrom abgeschaltet. Dieses Verhalten ist Abbildung 2.5.1-4 zu erkennen. Bei langsam ansteigendem Strom sinkt langsam die Auslösezeit. Genau dieses Verhalten ist von uns gewünscht, damit ein LSS nicht sofort auslöst.

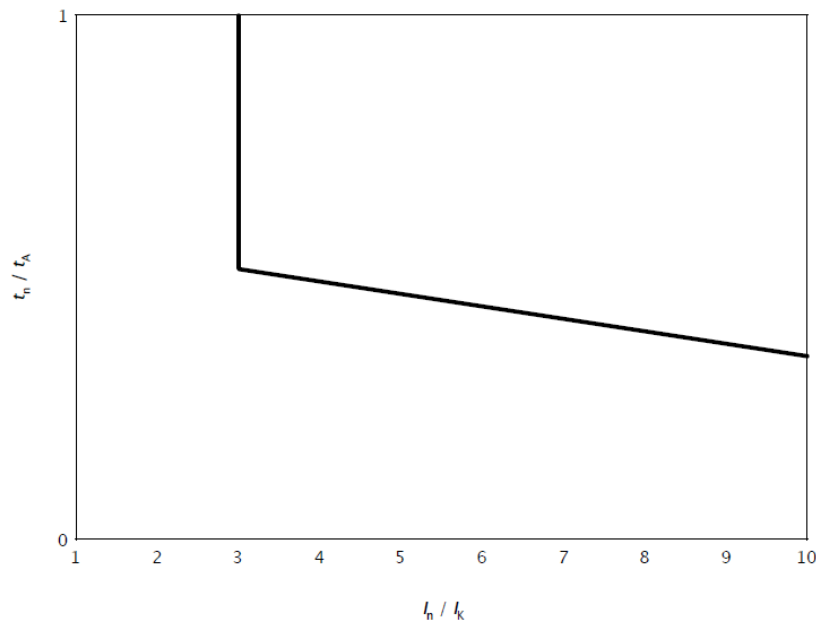


Abbildung 2.5.1-5: Magnetischer Auslöser

Betrachten wir Abbildung 2.5.1-5 ist ersichtlich, dass bis zum dreifachen Nennstrom nichts passiert und dann der LSS auslöst. Hier ist die Schaltschwelle überschritten wurden. Der magnetische Auslöser spricht an und bringt den LSS schnellstmöglich zum Auslösen. Das Auslösen geschieht über ein magnetisches Feld. Der magnetische Auslöser besitzt einen Kennwert bei dem er auslöst. Hierbei wird das Magnetfeld ausreichend stark, damit ein Kontakt öffnen kann. Zusätzlich ist eine sogenannte Funkbogenlöschkammer in der Sicherung eingebaut. Sollte die Sicherung ausschalten, so kann ein Lichtbogen entstehen. Damit die Sicherung nicht beschädigt wird, muss dieser Lichtbogen gelöscht werden.

Wenn nun beide Bilder 2.5.1-4 und 2.5.1-5 zusammengefügt werden, dann erhalten wir im Ergebnis die Kennlinien im Bild 2.5.2-1. Dieses Bild zeigt drei LSS der Kategorien B, C und D. Diese besitzen alle unterschiedlichen Kennwerte. Die genauen Eigenschaften der Zeit-Strom-Kennlinie werden in Kapitel 2.5.2 beschrieben. Es muss also zwingend darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Geräte ein höheres Bemessungsschaltvermögen besitzen als die Höhe des auftretenden Kurzschlussstromes angibt. Für Leitungsschutzschalter welche direkt einem Endstromkreis schützen, muss mindestens ein Bemessungsschaltvermögen von 6000 A verbaut sein.

2.5.2 Zeit-Strom-Diagramm

Auch die beiden Fälle, thermischer sowie magnetischer Auslöser sind in den Kennlinien zu sehen. Bei Betrachtung der Charakteristik B ist ersichtlich, dass diese beim dreifachen Nennstrom den Stromkreis trennt. Die Kennlinie geht hier bis zum fünf fachen des Nennstroms. Dieser Bereich ist gekennzeichnet durch das Abschalten mittels magnetischen Auslöser. Der vorherige Bereich wird mittels des thermischen Auslösers abgeschaltet. Bei den Charakteristiken C und D ist es ähnlich.

Lediglich die Werte des magnetischen Auslösers unterscheiden sich. Dies wiederum ist das wichtigste Unterscheidungskriterium der einzelnen Charakteristiken. Die beiden Einfassungen des magnetischen Auslösers zeigen das sichere Abschalten des LSS bei bestimmten Zeiten.

Die Tabelle 2.5.2-1 zeigt eine Übersicht über diese Zeiten und Ströme.

Charakteristik	LSS Typ B		LSS Typ C		LSS Typ D	
Kleiner Prüfstrom I1	5 s	0,1s	5 s	0,1 s	5 s	0,1s
Großer Prüfstrom I2	3	5	5	10	10	20

Tabelle 2.5.2-1: Abschaltzeiten der Leitungsschutzschalter-Charakteristiken

Die Prüfströme geben an, wie lange ein definierter Strom fließen kann, um den Leitungsschutzschalter in einer definierten Zeit zum Auslösen zu bringen. Diese Ströme sind zum Testen des magnetischen Auslösers wichtig. Die Tabelle 2.5.2-2 zeigt die Prüfströme der drei Charakteristiken B, C sowie D.

Was	LSS Typ B	LSS Typ C	LSS Typ D
Kleiner	1,13	1,13	1,13
Großer	1,45	1,45	1,45

Tabelle 2.5.2-2: Prüfströme der Leitungsschutzschalter

Kleiner Prüfstrom I1 muss in der Zeit $t > 1h$ auslösen.

$$I1 = 1,13 \cdot I_N$$

Großer Prüfstrom I2 muss in der Zeit $t < 1h$ auslösen.

$$I2 = 1,45 \cdot I_N$$

2.5.2.1 Verwendung des Zeit-Strom-Diagramms

Die Verwendung der Kennlinien ist ziemlich einfach. Es gibt zwei Dinge die man unterscheiden muss. Die verschiedenen Arten des Auslösens (magnetisch sowie thermisch) müssen bei dem Ablesen der Werte berücksichtigt werden.

Das Ablesen des thermischen Auslösers soll anhand eines Beispiels veranschaulicht werden. Folgende Daten sind uns bekannt:

$$I_N = 15A$$

$$I_k = 30A$$

Wir suchen die Zeit, welche die Sicherung benötigt um den Strom weg zu schalten. Wie können ein Vielfaches des Nennstromes mit $I_K/I_N = 2,0$ berechnen. Damit loten wir auf der Kennlinie nach oben, bis wir auf die Kennlinie der Sicherung stoßen. Dort lesen wir die Zeit von $t_A = 4\text{min}$ ab.

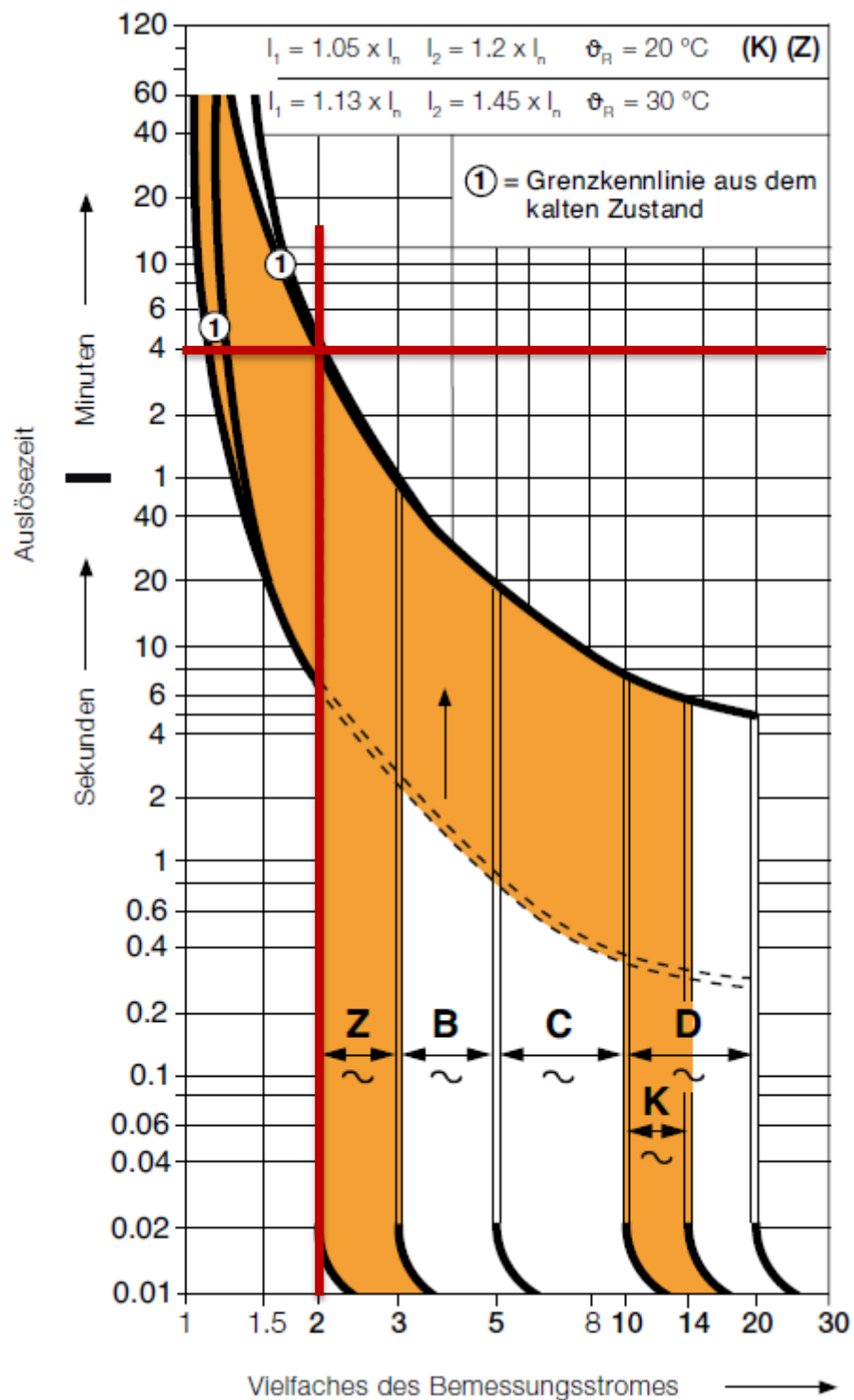


Abbildung 2.5.2-1: Zeit-Strom Diagramm Leitungsschutzschalter

2.5.3 Verlegesysteme

Alle Verlegesysteme und die Beschreibung der Verlegearten stammen im Wesentlichen aus der ÖVE-EN1 Teil3.

2.5.3.1 Kabelpritsche

Kabelpritschen (auch Kabeltrasse genannt) werden hauptsächlich im Industrie Bereich für große Kabelmengen verwendet. Da auch nach der Montage eine Verlegung der Kabel in der Pritsche möglich ist, erleichtert dies eine spätere Erweiterung der elektrischen Anlage oder einen Austausch der Leitungen.

Zur Ermittlung der zulässigen Strombelastbarkeit von Kabel und Leitungen sind bei deren Verlegung auf Kabelpritschen die Verlegeart E anzuwenden. Diese Norm gilt insbesondere bei Häufung (Bündelung) von Kabeln auf Kabelpritschen.

2.5.3.2 Kabelleiter

Diese eignen sich zum Verlegen von großen Kabelquerschnitten und hoher Anzahl an Kabeln. Aufgrund der Beschaffenheit der Kabelleiter erreicht man eine bessere Belüftung gegenüber Kabelpritschen und kann somit einer Überhitzung vorbeugen. Sie werden auch häufig zur vertikalen Befestigung an Wänden und als Steigleiter für Kabelschächte herangezogen.

2.5.3.3 Installationsrohre

Die Verlegung von Kabeln in Rohren gehört zu den am weitest verbreiteten Verlegearten. Grundsätzlich gibt es zwei Kategorien von Installationsrohren. Es wird häufig auch als Leerrohr bezeichnet und besteht aus einem flexiblen Kunststoff oder einem starren Kunststoff- bzw. Metallrohr. Die Rohre befinden sich meist unter Putz im Mauerwerk. Sie können bei nachträglichen Erweiterungen auch auf Putz mit Befestigungsschellen sichtbar auf dem Untergrund befestigt werden. Für die Verlegung von Kabeln im Freien gibt es Kabelschutzrohre für eine größere mechanische Beanspruchung.

2.5.3.4 Häufung

Werden mehrere Kabeln in einem Tragsystem übereinander oder gebündelt verlegt, so spricht man von einer Häufung. Je mehr Kabeln in einem System verlegt sind, desto größer ist die Temperaturentwicklung der belasteten Adern.

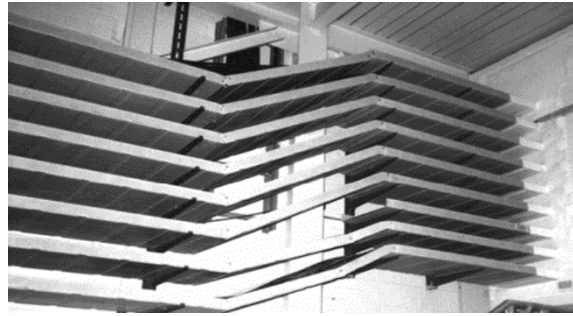


Abbildung 2.5.3-1: Kabeltrassen übereinander montiert

2.5.4 Verlegearten für feste Verlegung

2.5.4.1 Verlegeart A1

Die Verlegeart A1 bezieht sich auf Aderleitungen, die in einem Elektro-Installationsrohr in einer wärmeisolierten Wand verlegt werden.

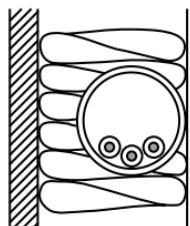


Abbildung 2.5.4-1: Verlegung in wärmeisolierten Wänden

2.5.4.2 Verlegeart A2

A2 steht für die Verlegung von mehradrigen Kabeln oder mehradrigen Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr in einer wärmeisolierten Wand. Die äußeren Wände müssen aus einer wetterfesten Platte mit Wärmedämmung und einer inneren Platte aus Holz oder holzähnlichem Material bestehen. Das Elektroinstallationsrohr wird in der Nähe der inneren Wand angebracht und darf diese auch berühren. Das Material des Rohres kann aus Metall oder Kunststoff bestehen.

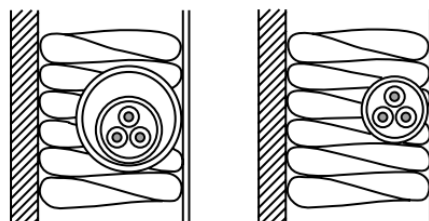


Abbildung 2.5.4-2: Mehradrige Kabel in Installationsrohr oder direkt verlegt

2.5.4.3 Verlegeart B1

Einadrige Aderleitungen, die im Elektroinstallationsrohr auf einer Wand montiert werden, sind der Gruppe B1 zugeordnet.

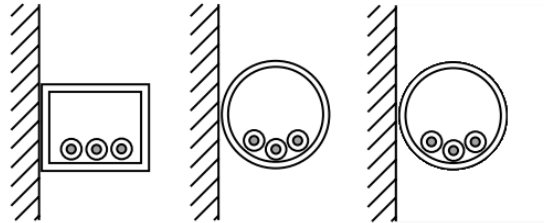


Abbildung 2.5.4-3: Einadrige Verlegung im Installationsrohr auf Wand

2.5.4.4 Verlegeart B2

Diese Verlegeart beschreibt die Verlegung eines mehradrigen Kabels oder mehradrigen Mantelleitung im Elektro-Installationsrohr auf einer Holzwand. Bei beiden Verlegearten müssen die Elektro-Installationsrohre so befestigt werden, dass der Abstand zwischen Rohr und der Wandoberfläche das $<0,3$ fache des Installationsrohrdurchmessers beträgt. Eines aus Metall oder Kunststoff bestehende Installationsrohr darf unmittelbar auf Mauerwerk, Putz etc. verlegt werden, wobei dann die Strombelastbarkeit der Kabel oder Leitungen höher sein darf.

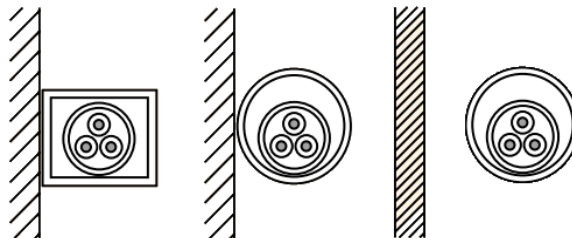


Abbildung 2.5.4-4: Mehradrige Verlegung im Installationsrohr auf Wand

2.5.4.5 Verlegeart C

Diese Verlegeart definiert die Verlegung von ein- oder mehradrigen Kabel oder ein- oder mehradrigen Mantelleitungen auf Wänden oder Decken.

Die Kabel oder Leitungen sind mit einem sehr geringen Abstand zur Wandoberfläche, welcher ungefähr das $0,3$ fache des Außendurchmessers des Kabels oder der Leitung beträgt, zu verlegen. Werden die Kabel direkt im Mauerwerk bzw. unter Putz verlegt, kann sich die Strombelastbarkeit durch den erschwerten Abtransport der Wärme erhöhen.

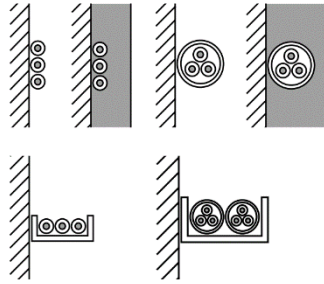


Abbildung 2.5.4-5: Direkte Verlegung auf Wänden oder Decken

2.5.4.6 Verlegeart E, F und G

Die Verlegeart E, F und G beinhalten die Verlegung von ein- oder mehradrigen Kabeln oder ein- oder mehradrigen Mantelleitungen frei in Luft.

Dies bedeutet, dass das Kabel oder die Leitung so zu verlegen ist, dass die Abgabe der Wärme in die Umgebung nicht eingeschränkt wird, wobei eine Erwärmung durch andere Wärmequellen zu bedenken ist. Der Abstand der Leitung oder des Kabels zu den angrenzenden Flächen sollte das 0,3-fache des Außendurchmessers überschreiten. Der Abstand in der Größe des Außendurchmessers reicht bei einadrigen Kabeln oder Mantelleitungen aus, um die Strombelastbarkeitsangaben für die Verlegung frei in Luft anzuwenden.

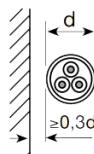


Abbildung 2.5.4-6: Verlegung frei in Luft mit Abstand zur Wand

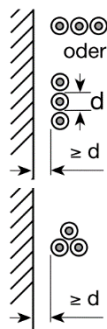


Abbildung 2.5.4-7: Verlegung frei in Luft mit Berührung

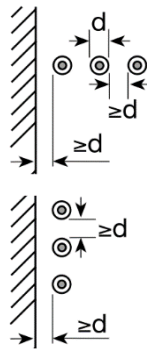


Abbildung 2.5.4-8: Verlegung frei in Luft mit Abstand größer dem Kabeldurchmesser

2.6 Grundlagen zu Kabeln

2.6.1 PVC Isolierte Kabel

Kabel und Leitungen mit PVC- Isolierung werden vorwiegend in der Gebäudeinstallation und für die Energieverteilung in Niederspannungsnetzen eingesetzt. Für Mittelspannungsnetze sind sie nur bedingt einsetzbar. Die zulässige Betriebstemperatur für diese Kabel liegt zwischen -5°C und 70°C . PVC ist durch seinen Chloranteil flammwidrig. Die Isolierung brennt nur solange ein äußeres Stützfeuer vorhanden ist. Allerdings entsteht durch die Verbrennung eine sehr starke Rauchentwicklung und durch die Abspaltung von Chlor kommt es zur Entwicklung korrosiver Brandgase und in Gegenwart von Feuchtigkeit in weiterer Folge zur Bildung von Salzsäure.



Abbildung 2.6.1-1: PVC isoliertes Kabel

2.6.1.1 Vorteile PVC Kabel

- Flammwidrig
- Selbstlöschend
- Keine zusätzlichen Maßnahmen für Brandschutz notwendig

2.6.1.2 Nachteile PVC Kabel

- Starke Rauchentwicklung bei Brand
- Bei Brand Bildung von Salzsäure möglich
- Einsatzgebiet bis maximal 6 / 10kV

2.6.2 VPE Isolierte Kabel

VPE- isolierte Kabel und Leitungen werden vor allem zur Energieverteilung in allen Spannungsebenen bis 500kV eingesetzt, da es anders als PVC einen niedrigen dielektrischen Verlustfaktor und eine von der Temperatur weitgehend unabhängige Kapazität aufweist. Die Betriebstemperatur von VPE- isolierten Kabeln liegt bei bis zu 90°C im ungestörten Betrieb und bis zu 250°C im Kurzschlussfall und ist somit höher als bei PVC- isolierten Kabeln. Nachteilig ist jedoch das Brandverhalten von VPE. Ist eine VPE- Isolierung einmal entflammt, verlöscht sie im Gegensatz zur PVC- Isolierung nicht von selbst. Des Weiteren ist VPE empfindlich gegen UV- Strahlung, weswegen dieses Isolationsmaterial bei Verwendung in Freiluftanlagen geschützt werden muss.

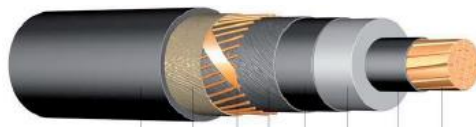


Abbildung 2.6.2-1: VPE isoliertes Kabel

2.6.2.1 Vorteile VPE Kabel

- Isolierung hat bessere dielektrische Eigenschaften als PVC Isolierung
- Höhere Betriebstemperatur als PVC isolierte Kabel
- Einsatzgebiet bis 500kV
- Höhere Übertragungsleistung
- Gute mechanische Belastbarkeit
- Hoher Isolationswiderstand
- Hohe Belastbarkeit im Kurzschlussfall

2.6.2.2 Nachteile VPE Kabel

- UV empfindlich
- Schlechtes Brandverhalten (Brand bleibt aufrecht, Kabel brennt tropfend)

2.6.3 Leitermaterial

Die Auswahl des Leitermaterials für Starkstromkabel ist für die Dimensionierung von wesentlicher Bedeutung. Das Leitermaterial hat Auswirkungen auf die Verluste und somit auf den Leiterquerschnitt und die Leitungslänge des Kabels. Als Leitermaterial wird bei Starkstromkabeln sowohl Aluminium als auch Kupfer verwendet.

In Tabelle 2.6.3-1 wird der Vergleich der einzelnen Materialien dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass Aluminium gegenüber Kupfer bei gleichem Gewicht das 3,3fache Volumen hat. Der leitwertgleiche Querschnitt beträgt das 1,6fache und der belastungsgleiche Querschnitt das 1,5fache. Das

bedeutet, dass bei gleicher Belastung, der Querschnitt des Kupferleiters kleiner sein darf, als bei Aluminiumleitern. Dies resultiert aus der höheren elektrischen Leitfähigkeit von Kupfer. Das leitwertgleiche Gewicht von Aluminium beträgt gegenüber Kupfer nur die Hälfte, was bedeutet, dass Aluminiumleiter deutlich leichter als Kupferleiter sind.

Leitwerkstoff	Cu	Al
Elektrische Leitfähigkeit $\kappa / \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$	58	35,3
Dichte $\rho / \frac{kg}{dm^3}$	8,9	2,7

Tabelle 2.6.3-1: Vergleich der Eigenschaften von Kupfer- und Aluminiumleitern

3 Präzisierung der Aufgabenstellung

Allgemein:

- [A1] Zur Hilfestellung bei der Elektroplanung wurde das Kabelberechnungsprogramm entwickelt.
- [A2] Die aus dem Programm erhaltenen Daten können zur Ausschreibung von Projekten genutzt werden.
- [A3] Das Kabelberechnungsprogramm wird im Programm Java Netbeans entwickelt, um eine zusätzliche Installation von Programmen auf dem PC zu vermeiden.

Programmstart:

- [A4] Das Kabelberechnungsprogramm soll nach erfolgreichem Start dem Benutzer direkt die Eingabemaske anzeigen.
- [A5] Nach dem Programmstart soll das System die Eingabemaske in den Vollbildschirmmodus starten.
- [A6] Zum Schutz des Programmes vor Veränderungen an der Datenbank muss vom Benutzer nach Programmstart ein Benutzername und Password eingegeben werden. Der Benutzername setzt sich aus Vor- und Nachname zusammen. Das Password wird vom System vorgegeben und bei der ersten Anmeldung dem Benutzer per Mail zugesandt.
- [A7] Nach erfolgreicher Anmeldung soll das Programm dem Benutzer die Möglichkeit bieten zwischen heller oder dunkler Oberfläche auszuwählen. Dazu wird im Menü Einstellungen die entsprechende Funktion bereitgestellt.

Benutzeroberfläche:

- [A8] Um eine gute Bedienbarkeit des Programms zu gewährleisten, werden maximal 5 verschiedene Farben zur Kennzeichnung der Benutzeroberfläche verwendet.
- [A9] Eingabefelder sind gelb gekennzeichnet und Ausgabefelder blau. Die Ausgabefelder sind vor Veränderungen geschützt und dienen nur als Veranschaulichung der berechneten Ergebnisse.

- [A10] Die Werte, welche in die Eingabefelder eingegeben werden können, sind vom System vordefiniert, um eine gültige Berechnung durchführen zu können.
- [A11] Im oberen Drittel werden die Grundinformationen zur Berechnung der Kabel abgefragt. Diese haben bei Programmstart einen vordefinierten Standardwert.
- [A12] Das Kabelberechnungsprogramm soll dem Benutzer die Möglichkeit bieten, die von der Auswahl in den Optionsgruppen abhängigen Daten (Verlegeart, Anzahl der Adern, Anzahl der Systeme) mit Hilfe eines Dropdownmenüs auswählen zu können.

Berechnung der Daten:

- [A13] Nach Auswahl der vorgegebenen Möglichkeiten in einer Optionsgruppe soll das Programm dazu fähig sein, alle Berechnungen die durch diese Auswahl berechnet werden müssen, per Mausklick auf eine Schaltfläche ausführen zu können.
- [A14] Das System muss veränderte Werte in den Eingabefeldern nach betätigen der Berechnungsschaltfläche in der Ausgabetabelle aktualisieren.

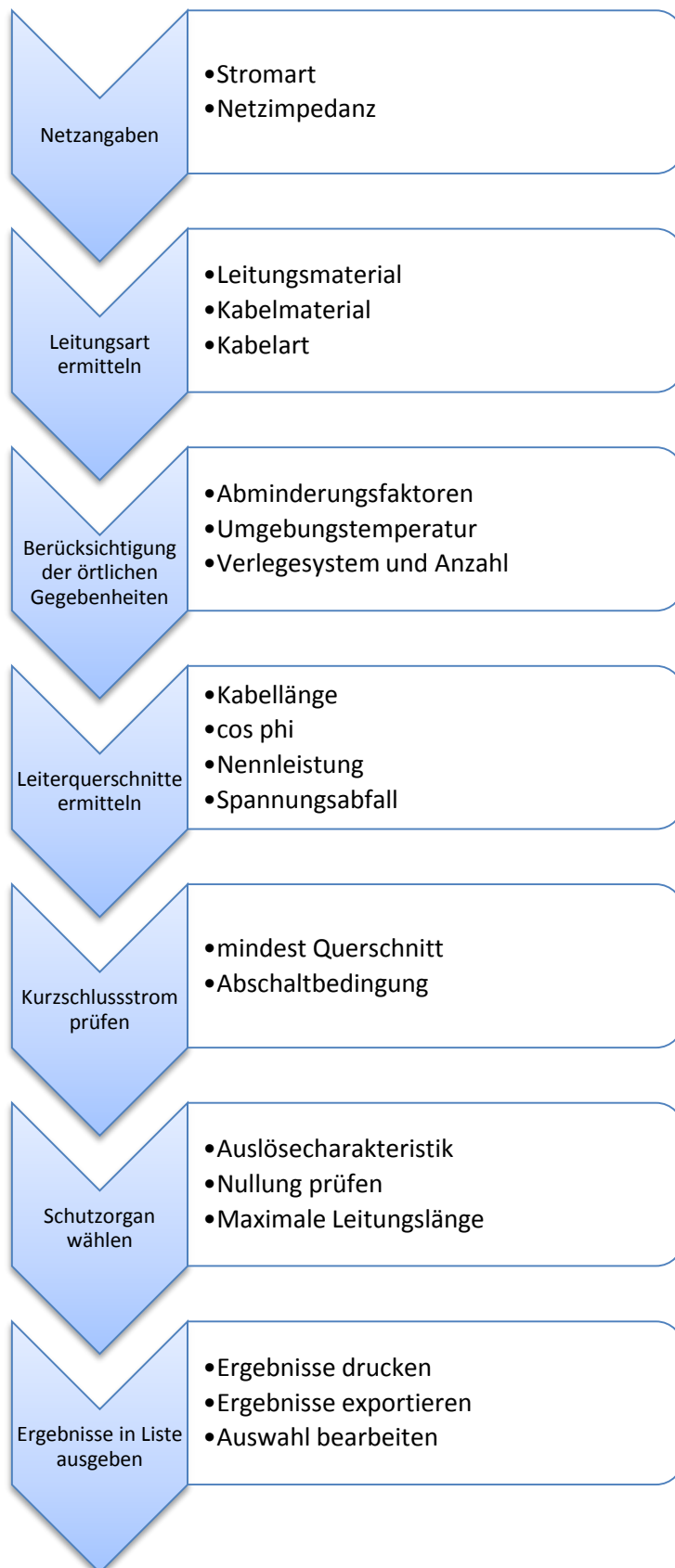
Auswertung der Daten:

- [A15] Das Programm soll dem Benutzer in wenigen Schritten eine Liste von Kabeln, die seine Anforderungen unter Einhaltung der Verlegevorschriften von Kabeln und Leitungen erfüllen, zur Auswahl darstellen.
- [A16] Das Programm soll dem Benutzer die Möglichkeit bieten, die von ihm ausgewählten Kabel per Knopfdruck in eine Ausgabetabelle zu speichern.
- [A17] In weiterer Folge soll es möglich sein, einen gespeicherten Datensatz in der Ausgabetabelle per Schaltfläche wieder ins Programm aufrufen und nachträglich bearbeiten zu können.
- [A18] Das Programm wird dem Benutzer ein Eingabefeld zur Verfügung stellen, wo der Projektname und der Name des Bearbeiters in der Ausgabetabelle übernommen werden kann.
- [A19] Die durch die Berechnung neu entstandene Tabelle soll vom System als Excel Sheet oder PDF Format exportierbar sein.

Sonstige Anforderungen:

- [A20] Das System soll stabil laufen und einfach zu bedienen sein.

3.1 Programmablauf



3.2 Das ER – Modell

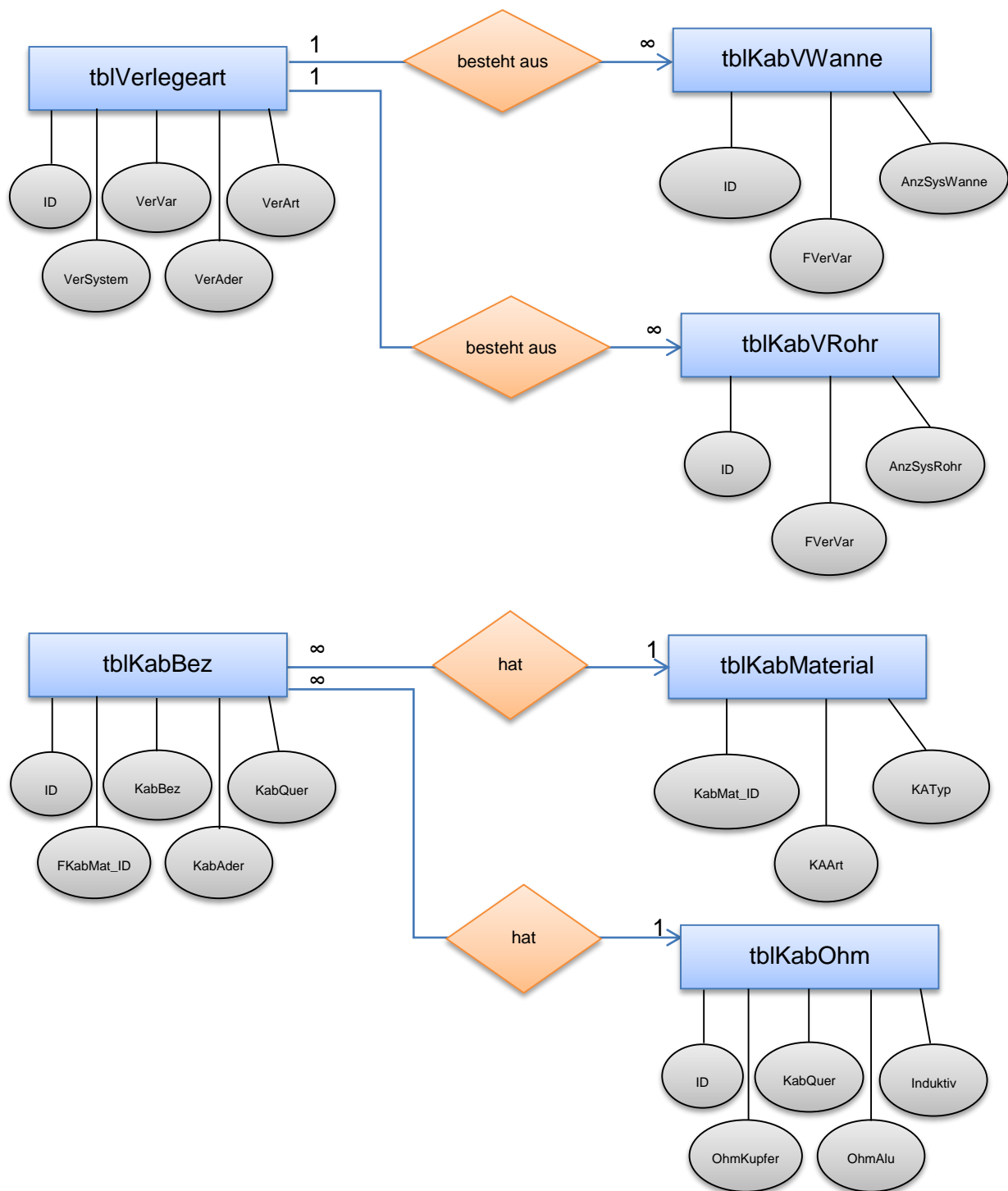


Abbildung 2.6.3-1: ER-Modell

3.2.1 Wichtige Tabellen im Überblick

Die Tabelle Kabelbezeichnung

tblKabBez				
ID	KabBez	KabAder	KabQuer	FKabMat_ID
19	NYM	5	16	1
20	NYM	7	2	1
21	NYM	10	2	1
22	NYM	12	2	1
23	NYM	7	2	1
24	EYY	1	16	1
25	EYY	1	25	1

Abbildung 3.2.1-1: Auszug aus Tabelle Kabelbezeichnung

In dieser Tabelle sind die Kabeltypen, die Anzahl der Adern und der Kabelquerschnitt enthalten. Ein Kabeltyp kann ein Energiekabel (NYN oder NHXMH) oder eine Mantelleitung (EYY, E-AYY, NYXY oder N2XH) sein. Über den Fremdschlüssel FKabMat_ID existiert eine 1:n Verbindung zur der Tabelle Kabelmaterial.

Die Tabelle Kabelmaterial

tblKabMaterial		
KabMat_ID	KAArt	KATyp
1	Kupfer	PVC
2	Aluminium	PVC
3	Kupfer	Halogenfrei
4	Aluminium	Halogenfrei

Abbildung 3.2.1-2: Auszug aus Tabelle Kabelmaterial

Diese beinhaltet die Materialien des Kabelmantels und die der Leiter im Kabel. Der Kabelmantel kann aus PVC oder Halogenfreiem Material bestehen. Der Leiter selbst kann aus Kupfer, welches am häufigsten eingesetzt wird, oder Aluminium sein. Bei der Verwendung von Aluminium, muss aufgrund der schlechteren Leitfähigkeit, ungefähr der doppelte Querschnitt eingesetzt werden als bei Kupfer.

Die Tabelle Verlegeart

tblVerlegeart			
ID	VerVar	VerArt	VerAder
1	B1	einadrige Leitung in geschlossenen Installationsrohr in Wand/Decke/Boden	einadrig
2	B2	mehradrige Leitung in geschlossenen Installationsrohr in Wand/Decke/Bode	mehradrig
3	C1	einadrige Leitung mit Berührung auf Kabelwanne gelocht	einadrig
4	C2	mehradrige Leitung mit Berührung in Wand/Decke/Kabelwanne gelocht	mehradrig
5	C3	einadrige Leitung mit Zwischenraum und Häufung in Kabelwannen gelocht	einadrig
6	C4	mehradrige Leitung mit Zwischenraum in Wand/Decke/Boden	mehradrig
7	C5	mehradrige Leitung mit Berührung unter Decke	mehradrig

Abbildung 3.2.1-3: Auszug aus Tabelle Verlegeart

Hier sind alle Verlegearten, die laut Norm möglich sind angelegt. Diese Tabelle füllt eine Kombobox deren Darstellung von der Vorauswahl des Optionsfeldes Adernanzahl gesteuert wird. Sie steht mit der Tabelle tblKabVRohr und tblKabVWanne in einer 1:n Beziehung.

Die Tabelle Verlegung in Rohr

tblKabVRohr	ID	FVerVar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	C5		0,9	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61
2	C4		0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
3	G2		1	0,94	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
4	C2		1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7
5	B2		1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48

Abbildung 3.2.1-4: Auszug aus Tabelle Verlegung in Rohr

In dieser Tabelle werden jene Verlegearten angezeigt, welche dem Fremdschlüssel „FVerVar“ von „tblVerlegeart“ entsprechen. Die Spaltennamen von 1 bis 20 benennen die Anzahl der Kabel in einem Rohr. Je mehr Kabel desto größer die der Abminderungsfaktor.

Die Tabelle Verlegung in Kabelwanne

tblKabVWanne	KabVWanne_ID	FVerVar	AnzSysWanne	1	2	3	4	6	9
1	E1		1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68
2	E1		2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63
3	E1		3	0,97	0,82	0,75	0,71	0,66	0,61
4	E1		6	0,97	0,81	0,73	0,69	0,63	0,58
5	C2		1	1	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
6	C2		2	1	0,87	0,8	0,77	0,73	0,68
7	C2		3	1	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66

Abbildung 3.2.1-5: Auszug aus Tabelle Verlegung Kabelwanne

Hier werden jene Verlegearten angezeigt, welche dem Fremdschlüssel „FVerVar“ von „tblVerlegeart“ entsprechen. Die Spaltennamen von 1 bis 9 betiteln die Anzahl der Kabel in einer Wanne. Auch hier gilt, je mehr Kabel desto größer ist der Abminderungsfaktor.

Die Tabelle Charakteristik

tblCharakteristik	ID	Charakteristik	Nennstrom	Kurzschlussstrom
1	LSS 1A/C		1	10
2	LSS 2A/C		2	20
3	LSS 2A/D		2	40
4	LSS 4A/C		4	40
5	LSS 4A/D		4	80
6	LSS 6A/B		6	30

Abbildung 3.2.1-6: Auszug aus Tabelle Charakteristik

Die Daten der Tabelle Charakteristik beinhalten alle Leitungsschutzschalter und Schmelzsicherungen, welche in der Programmoberfläche über ein Kombinationsfeld gewählt werden können. Die Spalte Charakteristik beinhaltet den Typ der Sicherung sowie den Nennstrom der für diesen Typ erlaubt ist. Sie steht mit der Tabelle Schutzorgan in einer 1:1 Beziehung.

Die Tabelle Schutzorgan

ID	Querschnitt	Nennstrom	CharBStrom	CharBMeter	CharCStrom	CharCMeter	Ohmkorr
1	1,5	4	20		40	173	0,31
2	1,5	6	30	234	60	113	0,31
3	1,5	10	50	137	100	64	0,31
4	1,5	13	65	103	130	47	0,31
5	1,5	16	80	82	160	37	0,31
6	1,5	20	100	64	200	27	0,31
7	2,5	6	30	389	60	187	0,5
8	2,5	10	50	227	100	106	0,5

Abbildung 3.2.1-7: Auszug aus Tabelle Schutzorgan

Die Tabelle Schutzorgan hat mehrere Funktionen. Zum einen wird über den Nennstrom und den Schutzorganstrom der Mindestquerschnitt, welcher dem Kurzschlussstrom standhält ermittelt. Des Weiteren ist zur Berechnung der größtmöglichen Kabellänge je nach Typ eine maximale Kabellänge hinterlegt. Wenn es bei der Berechnung zu einer Überschreitung dieser führt, wird der Wert aus der Tabelle gewählt.

3.3 Die Oberfläche

Aufgrund besserer Bedienbarkeit der Funktionen und Auswahlmöglichkeiten des Programmes wurde auf eine schlichte Oberfläche mit klarer und einfacher Struktur Wert gelegt. Bei der Auswahl der Farbgestaltung wurden dezente Farbtöne und Komplementärfarben eingesetzt, damit man die unterschiedlichen Farben gut erkennen und trotzdem angenehm arbeiten kann. Grundsätzlich ist die Oberfläche intuitiv aufgebaut, so dass man schnell an das Programm gewöhnt ist und sich rasch mit der Bedienung des Kabelberechnungsprogrammes zurechtfindet.

Die Reihenfolge zur Bedienung erfolgt von oben nach unten. Der überwiegende Teil der Eingabemöglichkeiten basiert auf einfachen Optionsfeldern. Nach Auswahl der Optionsfelder und Eingabe der Daten, die zur Berechnung erforderlich sind, kann durch Drücken der „Berechnung starten“ Schaltfläche, die Auswertung gestartet werden.

The screenshot shows the 'Kabelberechnungsprogramm' window. At the top, there are input fields for 'Projektname' (Mein erstes Projekt), 'Bearbeiter' (Jürgen Oswald), and 'Kabelbezeichnung' (W1_Herd). Below this, a section labeled 'Kabeleigenschaften' contains various settings: 'Netzimpedanz [Ohm]' (0.02), 'Umgebungstemperatur' (25), 'Stromart' (Wechselstrom selected), and material/type options like 'PVC', 'Kupfer', 'Mantelleitung', etc. A 'Schutzorgan' dropdown is set to 'LSS B'. A blue box labeled '1' encompasses the 'Kabeleigenschaften' section. Below this, a 'Verlegesystem' dropdown is set to 'mehradrige Leitung mit Berührung in Wand/Decke/Kabelwanne g...'. A red box labeled '2' highlights the 'Eingabe' (Input) section with fields for 'Anzahl der Kabel' (2), 'Kabellänge in [m]' (51), 'cos phi' (1), 'Nennleistung Pn in [KW]' (2), and 'Spannungsabfall in %' (3). A green box labeled '3' highlights the 'Ausgabe' (Output) section with fields for 'Nennstrom [In]' (11), 'Spannungsabfall [V]' (0.55), 'max. Kabellänge' (241), 'Strombelastbarkeit [lb]' (20), 'Abminderungsfaktor' (1.34), 'Spannungsabfall ...' (0.24), 'Kabelaustastung %' (55), and 'Strombelastbarkeit [Iz]' (26.84). A blue box labeled '4' highlights the 'Schutzorgan' dropdown. A red box labeled '5' highlights the 'Ausgabetabelle' (Output Table) which contains one row of data. A blue box labeled '6' highlights the buttons 'Berechnung starten', 'Kabel übernehmen...', 'Kabelliste öffnen', and 'Auswahl drucken'.

ID	KabBez	KabAder	KabQuer
123	EYY	7	6

Der Berechnete Querschnitt ist: 0.0mm²
Norm Querschnitt ist: 2.0mm²

Abbildung 3.2.1-8: Programmoberfläche

3.3.1 Programmoberflächenbeschreibung

Im Folgenden Abschnitt wird die Oberfläche anhand der Abbildung 3.2.1-8 beschrieben. Ganz oben in der Eingabemaske befinden sich drei Eingabefelder, wo Projektname, Name des Bearbeiters und Bezeichnung des Kabels hinterlegt werden können. Diese werden nach Betätigung der „Kabel übernehmen“ Schaltfläche in die Ausgabetabelle übernommen.

Zu Punkt 1:

Alle Felder, die sich im Rahmen Nummer eins befinden, legen essentielle Daten zur Kabelberechnung fest. Diese Werte befinden sich in der Datenbank und werden zur Laufzeit durch Abfragen ausgelesen und gefiltert.

Zu Punkt 2:

Hier sind gelb hinterlegte Felder zu sehen, welche zur benutzerdefinierten Eingabe der Kabelangaben fungieren. Alle eingegebenen Werte werden vom Programm für Berechnung der Kabel benötigt.

Zu Punkt 3:

Die blau hinterlegten Felder im Rahmen 3 sind Ausgabefelder und können vom User nicht verändert werden. Sie dienen zur Information der errechneten Ergebnisse des Kabels. Aufgrund dieser Informationen, kann man sich ein Bild davon machen, wieviel Reserven das Kabel für etwaige Änderungen bietet.

Zu Punkt 4:

Nach der Ermittlung eines Kabels kann man hier prüfen, ob die gewünschte Vorsicherung der Nullungsregel entspricht. Bei Nullung wird geprüft, ob die Schutzorgane und Leiterquerschnitte so aufeinander abgestimmt sind, dass die Schutzorgane im Fehlerfall diesen abschalten können. Wird die Bedingung erfüllt, erscheint unter der Combobox ein grüner Text mit „OK“, in allen anderen Fällen erscheint in roter Schrift „nicht OK“.

Zu Punkt 5:

Wenn die Berechnung des Kabels erfolgreich war, wird hier aufgrund der eingestellten Optionen, die Ausgabetabelle dargestellt.

Zu Punkt 6:

Im unteren Drittel des Programmfensters befinden sich die wichtigsten Schaltflächen. Mit dem ersten Knopf auf der unteren linken Seite wird die Berechnung gestartet. Mit der nächsten Schaltfläche „Kabel übernehmen“, werden die aktuellen Werte in eine Ausgabetabelle exportiert. Die Schaltfläche „Kabel öffnen“ holt ein ausgewähltes Kabel aus der nun geöffneten Ausgabetabelle wieder ins Programm zurück um Änderungen an der Berechnung durchführen zu können. Mit der Schaltfläche „Ausgabe drucken“ werden die Ausgabewerte in einem PDF oder Excel Sheet exportiert.

3.4 Erklärung der Funktionen

3.4.1 Netzimpedanz

Die Netzimpedanz ist die Impedanz des vorgelagerten Netzes. Dies können neben Kabel und Freileitungen auch Transformatoren und Generatoren sein.

3.4.2 Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur hängt davon ab, ob das Kabel in Tragsystemen oder in Erde verlegt wird, sowie im Freien oder klimatisierten Räumen. Als Standardwert wird hier 20° Celsius vorgeschlagen. Je höher die Umgebungstemperatur gewählt wird, umso niedriger ist die maximale Stromlast des Kabels.

3.4.3 Spannungsart

Hiermit wird festgelegt, welche Spannung über die Leitung fließen soll. Für Wechselspannung steht der Wert 230 Volt und für Drehspannung (auch Starkspannung genannt) 400 Volt zur Auswahl. Die Spannung bestimmt die Anzahl der Adern, die zur Auswahl stehen können.

3.4.4 Leiteranzahl

Wie schon der Name aussagt, ist die Leiteranzahl die Menge an Einzelleitern, die in einem Kabel vorhanden sind. Einadrige Kabel sind ausschließlich für Zuleitungen mit hoher Spannung und großen Querschnitten für Drehstrom geeignet. Mehradrige Kabel sind für beide Stromarten einsetzbar.

3.4.5 Isoliermaterial

Beim Isoliermaterial ist die Ummantelung des Kabels gemeint. Hier wird zwischen PVC und halogenfrei unterschieden. Herkömmliche Kabel bestehen aus PVC und werden in vielen Bereichen eingesetzt. Für Gebäudeinstallationen zu den Endverbrauchern wird halogenfreies Material eingesetzt, da es viele Vorteile gegenüber dem PVC hat. Halogenfreie Kabel sind nur schwer entflammbar, sie setzen keine toxischen Gase frei und haben fast keine Rauchentwicklung.

3.4.6 Leitermaterial

Zur Auswahl des im Kabel leitenden Materials stehen Kupfer und Aluminium zur Verfügung. In den meisten Fällen wird Kupfer aufgrund der besseren Leitfähigkeit eingesetzt. Um bei Aluminium dieselbe Strombelastbarkeit wie bei Kupfer zu erreichen, muss ungefähr der doppelte Querschnitt verwendet werden.

3.4.7 Kabelart

Man kann zwischen Mantelleitung und Energieleitung wählen. Die Mantelleitung steht für die Typen NYM und NHXMH und die Energieleitung EYY, E-AYY, NYCY und N2XH zur Auswahl. Mantelleitungen werden für feste Verlegung in trockenen, feuchten und nassen Räumen verwendet und sind nicht zur Verlegung im Freien geeignet. Energieleitungen dürfen im Freien, im Wasser und in Erde verlegt werden. Die verschiedenen Kabelarten bestimmen die Kabeltypen, die zur Berechnung herangezogen werden sollen.

3.4.8 Verlegeart

In der Optionsgruppe Verlegeart hat man die Möglichkeit zwischen Verlegung der Leitung in Tragsystemen oder in Erde zu wählen. Zu den Tragsystemen zählen Kabeltassen, Kabelleiter und Installationsrohre. Erdverlegte Leitungen werden ohne zusätzliche Verlegesysteme zum Beispiel in einer Künette oder einem Kabeltrog, frei verlegt.

3.4.9 Verlegesystem

Das Verlegesystem ist von der Auswahl der Leiteranzahl abhängig. Somit werden entweder einadrige oder mehradrige Verlegemöglichkeiten aufgelistet. Wird eine Verlegeart aus der Liste übernommen, wird die hinterlegte Variable von diesem Wert zur Berechnung der Abminderungsfaktoren verwendet. Das Kombinationsfeld *Verlegesystem* ist mit dem Kombinationsfeld *Anzahl der Systeme* soweit verknüpft, dass dieses durch den zuvor ausgewählten Wert in der Auswahlmöglichkeit eingeschränkt wird.

3.4.10 Anzahl der Systeme

Aufgrund des gewählten Verlegesystems ist die Anzahl der Systeme, die über- oder nebeneinander verlegt werden können, begrenzt. Bei den Verlegesystemen werden als Schlüsselattribute, die laut Norm beschriebenen Kennzeichnungen verwendet.

4 Die Berechnung

Für die Berechnung einer Leitung sind einige wichtige Kenntnisse erforderlich, welche in den vorhergehenden Kapiteln erklärt wurden. Ein jeder Verbraucher dessen Strom keinen sinusförmigen Verlauf mehr hat, wird von Netzoberwellen überlagert. Die Oberwellen können auch in Privathaushalten zu einer Neutralleiterüberlastung führen. Insbesondere in der Industrie können Oberwellen, unter anderem durch Schaltnetzteile in Computern, Servern, EVGs in Leuchtstofflampen verursacht, zu einer Überlastung des Neutralleiters führen. In dieser Arbeit wird den Oberwellen keine Beachtung geschenkt.

4.1 Nennstrom [In]

Der Nennstrom ist bei elektrischen Geräten der aufgenommene Strom, wenn das Gerät mit der Nennspannung versorgt wird und seine Nennleistung aufnimmt.

Er errechnet sich aus der ausgewählten Stromart (Wechselstrom oder Drehstrom) und der eingegebenen Leistung ins entsprechende Eingabefeld.

Bei Wechselstrom 230V:
$$I_n = \frac{P \cdot 1000}{U \cdot \cos \varphi}$$

Bei Drehstrom 400V:
$$I_n = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

4.2 Spannungsabfall [V]

Der Spannungsabfall ist die Potenzialdifferenz, die zwischen zwei Punkten eines von Strom durchflossenen Widerstandes gemessen werden kann. Die Berechnung erfolgt mittels Ohm'schem Gesetz.

Die Formel zur Berechnung des Spannungsabfalls bei elektrischen Leitern lautet:

Bei 230V Nennspannung
$$\frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{\gamma \times U_a}$$

Bei 400V Nennspannung
$$\frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{\gamma \times U_a}$$

A = Leitungsquerschnitt

L = Leitungslänge

I = Nennstrom

Cos = Wirkgrad Cosinus phi

Y = spezifischer Leitwert bei Kupfer 56

U_a = Betriebsspannung (z.B. 230V)

4.3 Spannungsabfall [%]

Insbesondere bei größeren Kabellängen spielt die Auslegung hinsichtlich des Spannungsabfalls eine dominierende Rolle. Bei der Auslegung der Kabelanlage ist dabei zu beachten, dass die Leitertemperatur durch die Strombelastung ansteigt und daher auch der Spannungsabfall an den Hin- und Rückleitern größer wird. Der höchstzulässige Spannungsabfall wird üblicherweise in % von der Nennspannung des Netzes angegeben.

„Der gesamte Spannungsabfall für den Bereich von der Übergabestelle des Netzbetreibers bis zum letzten Verbrauchergerät ist mit 4 % der Nennspannung begrenzt. Von diesen 4 % Gesamtspannungsabfall ist 1 % für den Spannungsabfall im Bereich von der Übergabestelle des Netzbetreibers bis zur Messeinrichtung (Zähleranlage) reserviert.“ [TAEV 2008]

Für die Dimensionierung bedeutet das, dass der Höchstwert von 3 % entlang der jeweiligen gesamten Stromkreise anzusetzen ist.

4.3.1 Formel für Wechselstromverbraucher

Berechnung des Spannungsabfalls in %:

$$\Delta u = \frac{200 * I * L * \cos\varphi}{K * A * U}$$

L= Länge der Leitung

I = Nennstrom

$\cos\varphi$ = Wirkungsgrad des angeschlossenen Gerätes

K = elektrische Leitfähigkeit der Leitung, bei Kupfer 56 m/mm²*Ω

A = zu berechnender Leiterquerschnitt

U = Nennspannung 230V

4.3.2 Formel für Drehstromverbraucher

Berechnung des Spannungsabfalls in %:

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} * 100 * I * L * \cos\varphi}{K * A * U}$$

L= Länge der Leitung

I=Nennstrom

$\cos\varphi$ = Wirkungsgrad des angeschlossenen Gerätes

K= elektrische Leitfähigkeit der Leitung, bei Kupfer 56 m/mm²*Ω

A= zu berechnender Leiterquerschnitt

U= Nennspannung 400V

4.4 Maximale Kabellänge [m]

Unter Berücksichtigung des zulässigen Spannungsabfalls in Stromkreisen mit 230V oder 400V Wechselspannung und dem Widerstandswert von Kupfer- oder Aluminiumkabel kann die maximale Kabellänge berechnet werden.

Die erste Tabelle 4.4-1 zeigt die maximal erlaubten Längen bei einem normalen Wechselstromverbraucher mit einer Spannung von $U = 230 \text{ V}$. Hierbei sind die Leitungen direkt zur Hauptverteilung verlegt, da hier mit einem Spannungsfall von 3% gerechnet wurde. Ebenfalls sind ohmsche Verbraucher angeschlossen.

Querschnitt Sicherungsgröße	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
10 A	29,0 m	48,3 m	77,3 m	115,9 m	193,2 m	309,1 m	483,0 m
16 A	18,1 m	30,2 m	48,3 m	72,5 m	120,8 m	193,2 m	301,9 m
20 A	14,5 m	24,2 m	38,6 m	58,0 m	96,6 m	154,6 m	241,5 m
25 A	11,6 m	19,3 m	30,9 m	46,4 m	77,3 m	123,6 m	193,2 m
32 A	9,1 m	15,1 m	24,2 m	36,2 m	60,4 m	96,6 m	150,9 m
35 A	8,3 m	13,8 m	22,1 m	33,1 m	55,2 m	88,3 m	138,0 m
50 A	5,8 m	9,7 m	15,5 m	23,2 m	38,6 m	61,8 m	96,6 m
63 A	4,6 m	7,7 m	12,3 m	18,4 m	30,7 m	49,1 m	76,7 m

Tabelle 4.4-1: Leitungslängen bei Wechselstrom

Die zweite Tabelle 7 zeigt die maximal erlaubten Längen bei einem normalen Drehstromverbraucher mit einer Spannung von $U = 400 \text{ V}$. Hierbei sind die Leitungen direkt zur Hauptverteilung

verlegt, da hier mit einem Spannungsfall von 3% gerechnet wurde. Ebenfalls sind ohmsche Verbraucher angeschlossen.

Querschnitt Sicherungsgröße	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
10 A	58,2 m	97,0 m	155,2 m	232,8 m	388,0 m	620,8 m	969,9 m
16 A	36,4 m	60,6 m	97,0 m	145,5 m	242,5 m	388,0 m	606,2 m
20 A	29,1 m	48,5 m	77,6 m	116,4 m	194,0 m	310,4 m	485,0 m
25 A	23,3 m	38,8 m	62,1 m	93,1 m	155,2 m	248,3 m	388,0 m
32 A	18,2 m	30,3 m	48,5 m	72,7 m	121,2 m	194,0 m	303,1 m
35 A	16,6 m	27,7 m	44,3 m	66,5 m	110,9 m	177,4 m	277,1 m
50 A	11,6 m	19,4 m	31,0 mm	46,6 m	77,6 m	124,2 m	194,0 m
63 A	9,2 m	15,4 m	24,6 m	37,0 m	61,6 m	98,5 m	154,0 m

Tabelle 4.4-2: Leitungslängen bei Drehstrom

4.5 Abminderungsfaktor

Abminderungsfaktoren setzen sich aus mehreren Komponenten zusammen und beeinflussen die maximale Strombelastbarkeit des Kabels. Zu den wichtigsten Faktoren die ein Kabel beeinflussen können, zählt die Temperatur. Je mehr Kabel nebeneinander verlegt werden, desto größer ist die Temperaturentwicklung.

- Stromart (f1)
- Verlegeart (f2)
- Umgebungstemperatur (f3)
- Häufung von Kabel (f4)
- Anzahl der belasteten Adern (f5)

Abminderungsfaktor = $f1 \times f2 \times f3 \times f4 \times f5$

Temperatur	Umrechnungsfaktor
10 °C	1,15
15 °C	1,12
20 °C	1,08
25 °C	1,04
30 °C	1,00
35 °C	0,96
40 °C	0,91
45 °C	0,87
50 °C	0,82

Tabelle 4.5-3: Umrechnungsfaktor für Umgebungstemperatur

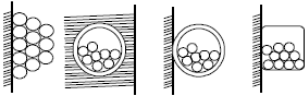
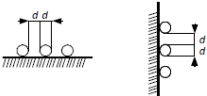
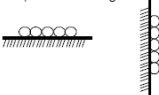
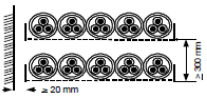
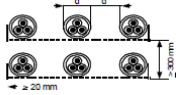
Anzahl der Kabel oder Leitungen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im Elektro-Installationsrohr oder Kanal, auf oder in der Wand 	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Einlagig unter der Decke, mit Zwischenraum gleich dem Außendurchmesser d 	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden mit Berührung 	1,00	0,94	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Kabelwanne gelocht mit Berührung 	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Kabelwanne gelocht mit Abstand 	1,00	0,80	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39

Tabelle 4.5-4: Umrechnungsfaktor für Verlegeart

4.6 Strombelastbarkeit [Ir]

Die maximale Belastbarkeit, die für ein Kabel zulässig ist, wird aus der Umgebungstemperatur (30°), Leitererwärmung (ϑ_{Lr}), die Dielektrischen Verluste ($\Delta\vartheta_d$), Widerstandsbelag (nR_{wr}) und dem tatsächlichen Wärmewiderstand des Leiters ($T_{Ki} + T_{Lu}$) ermittelt. Im Programm wird der Wert aus der Tabelle des Kabelherstellers herangezogen. [HeiStu1999]

$$\text{Formel für Strombelastbarkeit } Ir = \frac{\vartheta_{Lr} - 30 - \Delta\vartheta_d}{nR_{wr}(T_{Ki} + T_{Lu})}$$











Nennquerschnitt in mm ²	Kupferleiter					Aluminiumleiter				
	NYY			NYCWY		NAYY			NAYCWY	
										
1,5	21	19,5	27	22	20	–	–	–	–	–
2,5	28	25	35	29	26	–	–	–	–	–
4	37	34	47	39	34	–	–	–	–	–
6	47	43	59	49	44	–	–	–	–	–
10	64	59	81	67	60	–	–	–	–	–
16	84	79	107	89	80	–	–	–	–	–
25	114	106	144	119	108	87	82	110	91	83
35	139	129	176	146	132	107	100	135	112	101
50	169	157	214	177	160	131	119	166	137	121
70	213	199	270	221	202	166	152	210	173	155
95	264	246	334	270	249	205	186	259	212	189
120	307	285	389	310	289	239	216	302	247	220
150	352	326	446	350	329	273	246	345	280	249
185	406	374	516	399	377	317	285	401	321	287
240	483	445	618	462	443	378	338	479	374	339

Tabelle 4.6-5: Strombelastbarkeit für Verlegeart in Luft

4.7 Querschnitt von Kabeln

Wurde der Betriebsstrom erfolgreich berechnet, so kann anschließend der Leitungsquerschnitt ermittelt werden.

Der errechnete Leitungsquerschnitt wird mit der Formel

$$\text{Querschnitt [A]} = \frac{2 \cdot L \cdot P_n \cdot \cos \phi_i}{56 \cdot \text{Spannungsabfall}}$$

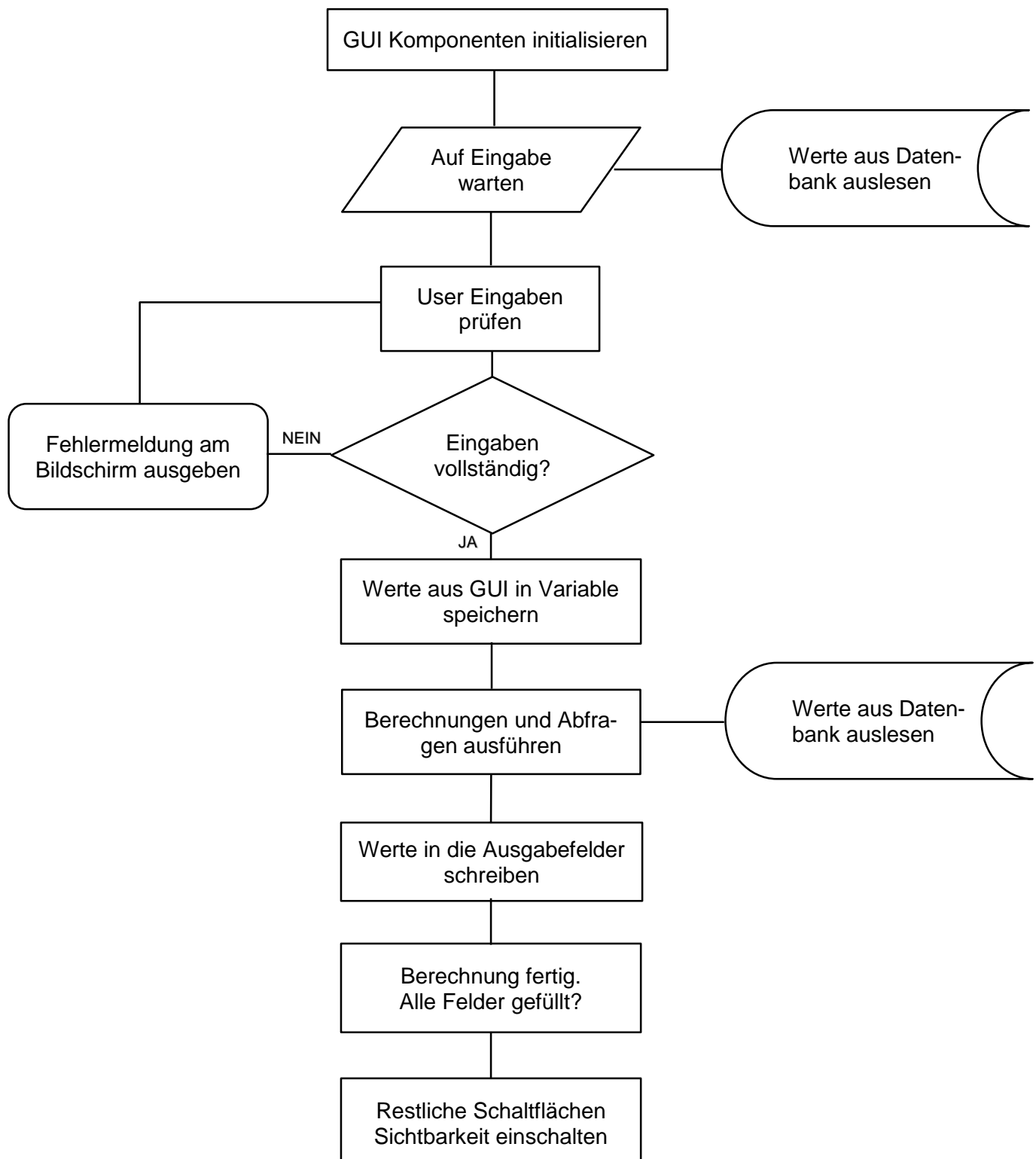
Bei 230V und

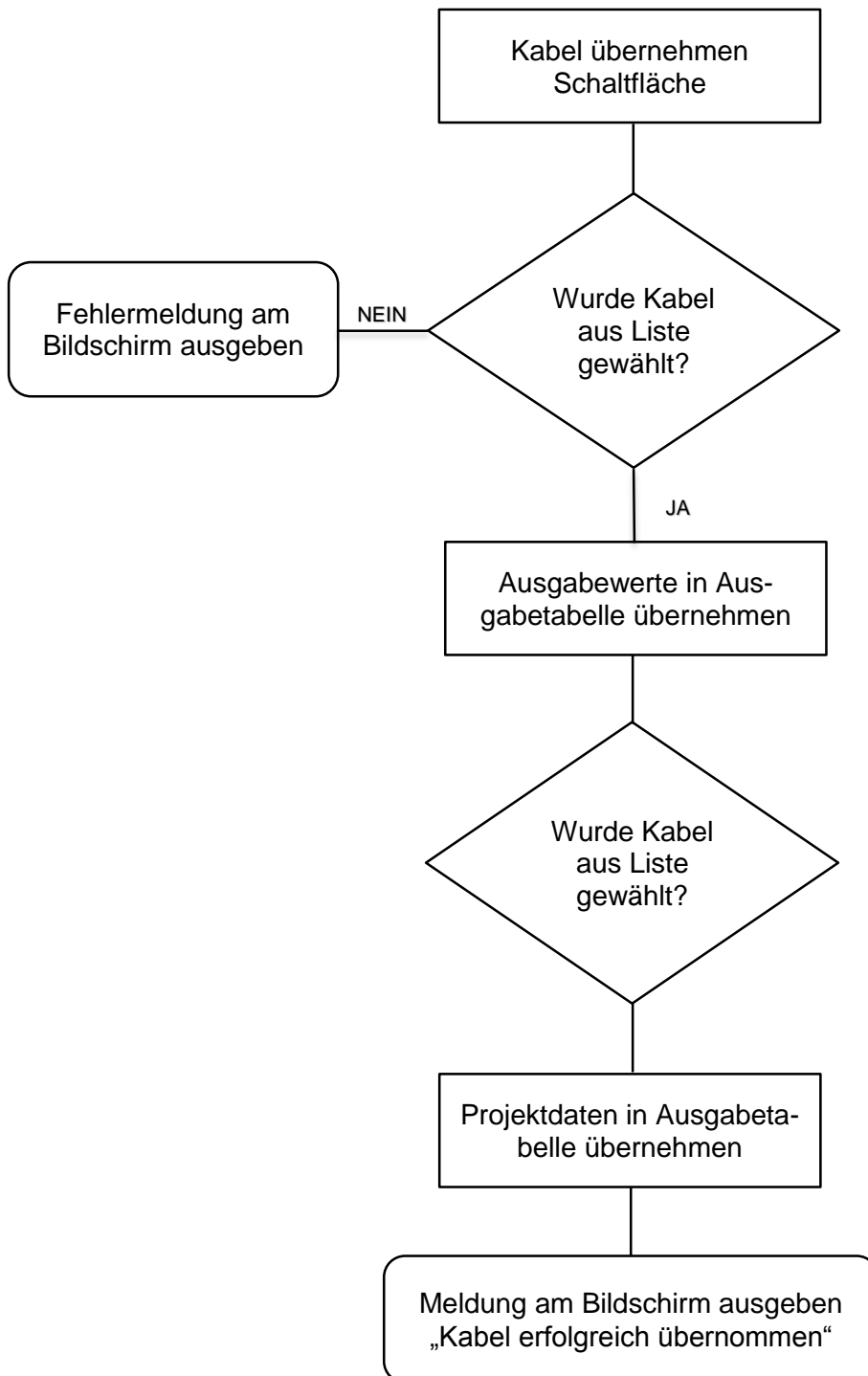
$$\text{Querschnitt [A]} = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot P_n \cdot \cos \phi_i}{56 \cdot \text{Spannungsabfall}}$$

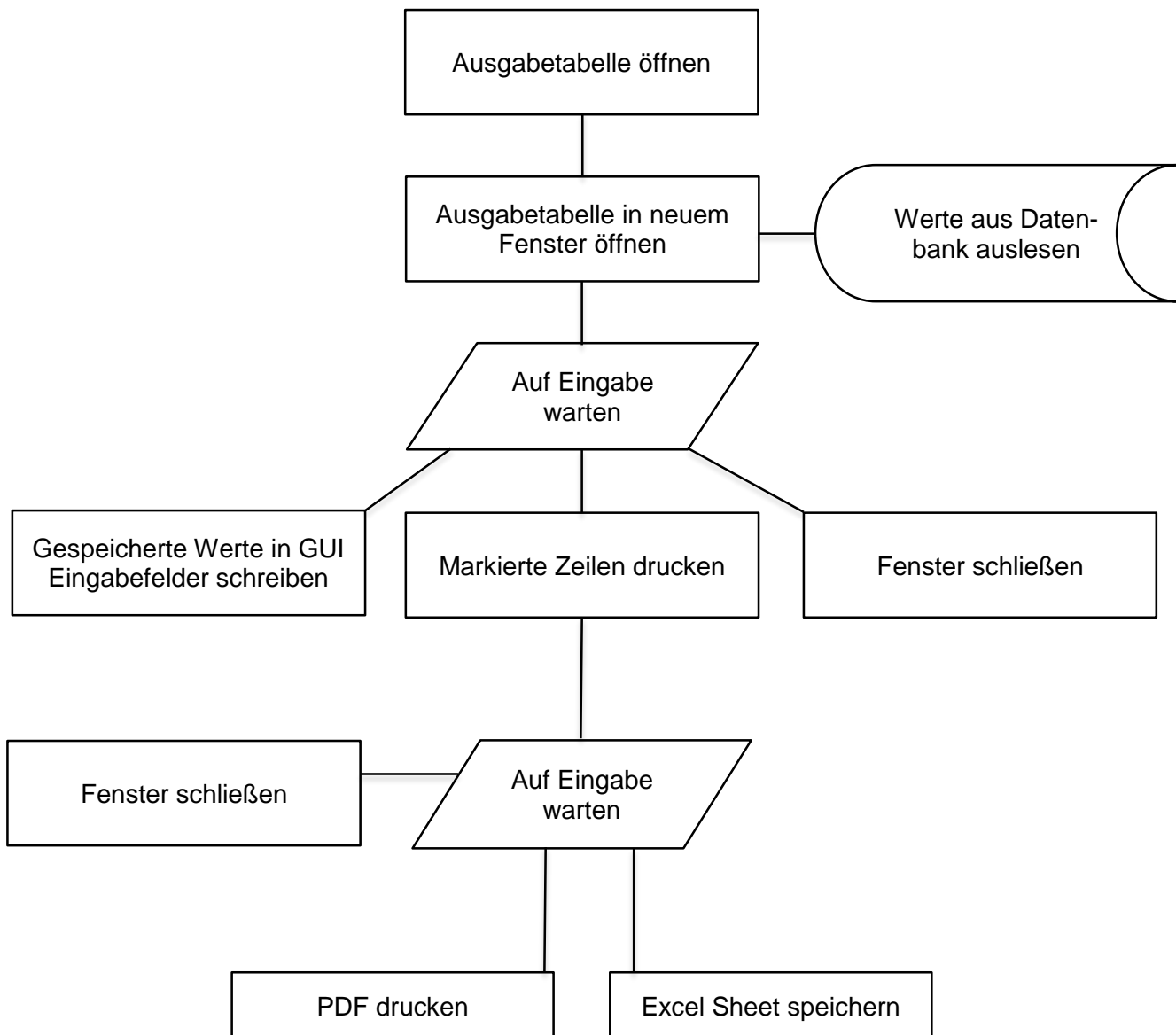
bei 400V berechnet. Dieses Ergebnis wird mit der zugehörigen Tabelle verglichen und der nächst größere Querschnitt ausgewählt.

5 Programmentwurf

Im folgenden Abschnitt werden der Programmaufbau und der Ablauf beschrieben. Zur Beschreibung des Programmablaufs wurde das Entscheidungsdiagramm gewählt.







6 Adaptierung des Prototyps

Als Grundaufgabenstellung in diesem Projekt galt es der zuvor im Prototyp angelegten Datenbank in Microsoft Access in eine netzwerk- und internetfähige Datenbank zu migrieren. Die Herausforderung bei dieser Aufgabe war es einen Weg zu finden, mit dem man die Tabellen in einem passenden Format exportieren kann. Es gibt nämlich keine Datenbanktools, die mit der Accessdatenbank ab der Version 2010 in eine SQL Datenbank umwandeln können. Den Versuch die Datei unter einer älteren Version abzuspeichern, war ebenfalls erfolglos.

Zur Verwaltung der Daten wurde das Programm XAMPP gewählt, da es einerseits als Free-ware erhältlich ist und zum anderen alle Funktionen, welche man zur Administration von Datenbanken beinhaltet. In diesem Programm wird mit phpMyAdmin eine komplette Oberfläche mit allen SQL-Funktionen bereitgestellt. Auf dieser grafisch sehr schön aufbereiteten Oberfläche findet man schnell den Einstieg in das Programm. Nach der Installation findet man in der Taskleiste den XAMPP Control Panel. Dieser simuliert nach Start einen local-host und öffnet die entsprechenden Ports.

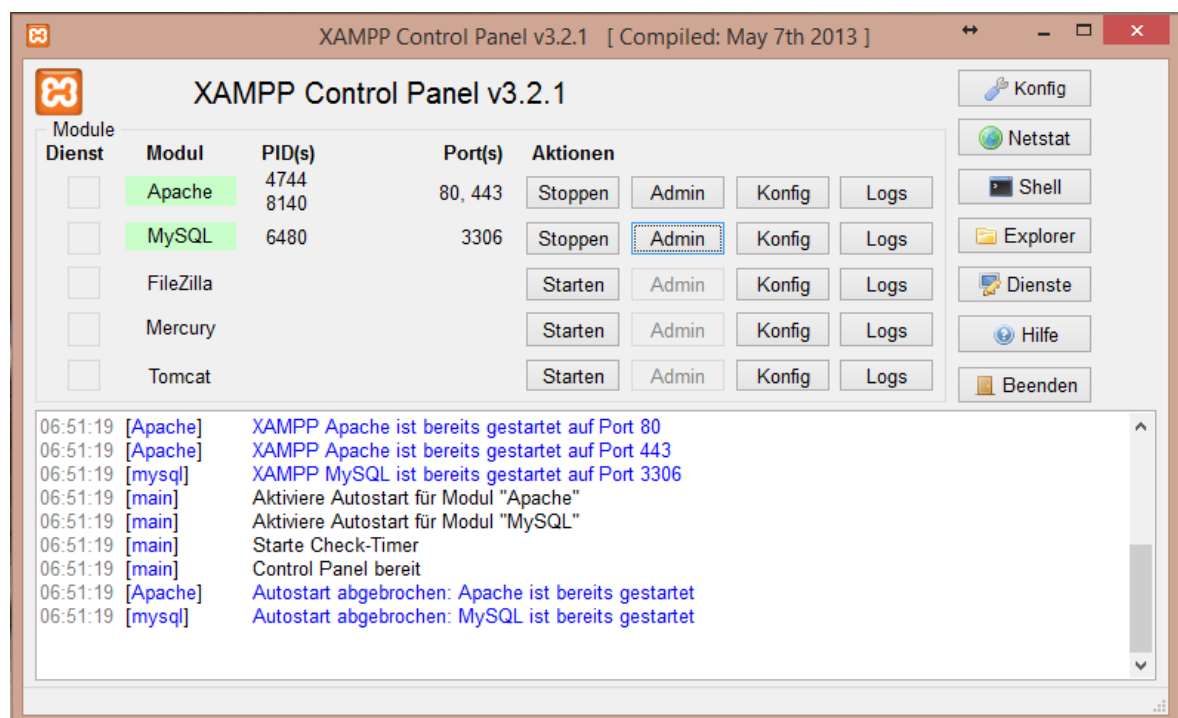


Abbildung 6-1: XAMPP Control Panel

Durch Klicken auf den Admin Schaltfläche bei MySQL öffnet sich der Browser und man gelangt zur phpMyAdmin Startseite. Das Anlegen der Tabellen für die neue Datenbank erfolgt mit überschaubarem Aufwand. Anzahl der Spalten sowie deren Bezeichnung und Da-

teityp müssen bereits bei Erstellung sorgfältig gewählt werden, und mit dem zu importierenden CSV Datei übereinstimmen. Nach dem man die Tabellen erstellt hat, stellt das Programm eine Export und Import Funktion bereit. Über einen Dateibrowser kann man die dort abgespeicherten Tabellen im CSV Format importieren. Die Daten im Microsoft Access lassen sich nur über einen etwas langatmigen Weg in eine CSV Datei umwandeln. Als erstes über die Exportierfunktion von MS-Access, die die markierte Tabelle in eine MS-Excel Tabelle ausgeben können und diese in einen Ordner abspeichern. Diese Operation muss für jede einzelne Tabelle durchgeführt werden. Hat man alle Daten erfolgreich beendet, so muss nun jede Datei im Excel geöffnet und über den Menüpunkt „Datei speichern unter“ als CSV Datei gespeichert werden. Hier besteht nun noch das Problem, dass MySQL beim Import der CSV Dateien eine Fehlermeldung anzeigt. Excel speichert die Kommastelle bei den Zahlen als Beistrich und MySQL als Punkt. Wenn man alle CSV Dateien nun noch mit einem Texteditor öffnet und mit der „Suchen und Ersetzen“ Funktion diese austauscht, können sie mit der Importfunktion von MySQL importiert werden.

Des Weiteren muss nun in der Entwicklungsumgebung eine Verbindung mit dieser Datenbank eingerichtet werden. Dazu benötigt man eine zusätzliche Programmbibliothek, welche Online auf der Internetseite des Herstellers bezogen werden kann. Diese Datei muss im Anschluss in den Projektordner kopiert und im Programm als Bibliothek hinzugefügt werden. Um nun auf die Datenbank zugreifen zu können, muss der XAMPP Control Panel aktiv sein und in der Entwicklungsumgebung eine Klasse angelegt werden in der man den Verbindungsaufbau erstellt.

Programmcoderauszug:

```
public DBAccess() throws Exception {  
  
    // hier wird der MySQL Treiber geladen, jede Datenbank hat eine eigene Verbindung  
    Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");  
    // Verbindungsaufbau  
    connect = DriverManager  
        .getConnection("jdbc:mysql://localhost/test?"  
            + "user=test2&password=test2");  
}
```

Anschließend können im Programm die SQL Statements ausgeführt werden.

Nachdem die GUI erstellt war, hat sich ein neues Problem aufgetan. Da zur besseren Übersicht je nach Funktion mehrere Klassen angelegt wurden, hat man zwar eine bessere Struktur des Projektes und es vereinfacht das Finden bestimmter Methoden, jedoch kann man nicht so einfach auf Variablen und Objekte der anderen Klassen zugreifen. Dieses Problem wird durch ändern der Sichtbarkeit aller Methoden gelöst, welche die Werte an andere Klassen weitergeben sollen. Zusätzlich muss in der Zielklasse das Objekt neu instanziiert und eine Membervariable erstellt werden. Ruft man anschließend die Membervariable auf, hat man Zugriff auf alle Funktionen derselben.

Ein weiteres Problem, welches sich durch mehrfach Verwendung des Resultsets¹ ergibt nennt sich Racecondition, was so viel wie Wettlaufsituation bedeutet. Dies sollte bei der Programmierung auf jeden Fall vermieden werden. Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, muss man einen Monitor oder eine Lockfunktion anwenden, in dem der Thread zwar mehrfach reinkommt, aber innerhalb des kritischen Bereichs werden diese in ankommender Reihenfolge abgearbeitet. Oder man gestaltet den Code so um, dass die Reihenfolge der ausgeführten Methoden, welche dieselben Resultsets benutzen, nicht gegenseitig stören.

Nachdem man alle Werte in die Eingabemaske eingegeben und das Programm diese auf Gültigkeit geprüft hat, werden die Werte aus der GUI in die dazugehörigen Variablen übernommen. Kommt es zu einer Fehleingabe, so wird dem User dies per Dialogfenster mitgeteilt. Im Anschluss daran werden die einzelnen Berechnungen durchgeführt. Die daraus resultierenden Werte werden in die dazugehörigen Ausgabefelder der GUI geschrieben.

6.1 Rechenbeispiel zur Veranschaulichung der Programmfunktionen

Beispiel für die Zuleitung zu einem Herd

Es wird die Zuleitung zu einem Herd verlegt. Dieser Herd befindet sich in einem Privathaushalt. Parallel zu der Leitung des Herdes liegt die Zuleitung für die Geschirrspülmaschine sowie die Zuleitung für die Arbeitsteckdosen in der Küche. Alle drei Leitungen werden Unterputz verlegt. Die dauerhafte Verlegetemperatur liegt bei 25°C. Nach DIN 18015 Teil 1 muss die Herdzuleitung auf eine Nennbelastbarkeit von 20 A ausgelegt werden. Die Länge der Zuleitung beträgt 21 m. Der Widerstand an der Anschlussstelle der Unterverteilung beträgt $R = 0,8 \Omega$ im TN-Netz. Die Leistung des Herdes ist mit $P = 11 \text{ kW}$ angegeben.

6.1.1 Auswahl der Sicherung

$$I_B = \frac{P_{zu}}{\sqrt{3} \times 400V} = \frac{11kW}{\sqrt{3} * 400V} = 15,9A$$

¹ Objekt die eine SQL Abfrage gespeichert.

Für den Herd wird eine B 16 A Sicherung gewählt. Da bei einem solchem Verbraucher keine hohen Einschaltströme zu erwarten sind.

6.1.2 Überstromschutz

Für den Überstromschutz ist die gewählte B 16 A Sicherung zuständig. Da aber die Forderung für eine Belastbarkeit von 20 A besteht, muss diese Leitung auf diesen Strom ausgelegt sein. Es kann nun in der Geschirrspülmaschine Geschirr gespült werden, Belastung der Leitung 30 % - 40 %. Gleichzeitig wird mittels eines Wasserkochers Wasser erhitzt um es beim Kochen zu benutzen oder Tee auf zu brühen, Belastung der Leitung 50 % - 60 %. Zusätzlich wird auf dem Herd das Mittagessen zubereitet, Belastung der Leitung auch gute 50 %. Hier bei kommen wir auf eine Häufung von 2 zusätzlichen Leitungen.

$$I_{Zmin} = \frac{IN}{FHäuf \times FTemp} = \frac{20A}{0,7 * 1,06} = 27A$$

Die Zuleitung zum Herd muss also eine Mindestbelastbarkeit von 27 A aufweisen. Wie wir bereits wissen muss $I_{Z:Leitung}$ mindestens so groß sein, oder größer sein als I_{Zmin} . Die genannte Unterputzverlegung entspricht Verlegeart C. Des Weiteren handelt es sich bei einem Herd um einen Drehstromverbraucher, also werden 3 Adern belastet. Daher wird bei C → 3 belasteten Adern, der notwendige Strom ermittelt. Wenn wir die Tabelle begutachten, sehen wir einen Wert von $I_{Z:Leitung} = 32A$ bei einem Querschnitt von $4mm^2$.

Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C	
Belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
1,5 mm ²	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5 mm ²	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24
4 mm ²	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32
6 mm ²	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41
10 mm ²	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57
10 mm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,43*
16 mm ²	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76
25 mm ²	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96
35 mm ²	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119
50 mm ²	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144
70 mm ²	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184
95 mm ²	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223
120 mm ²	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259
150 mm ²	240	216	219	196	-	-	-	-	344	299

Tabelle 6.1.2-1: Belastbarkeit von Kabel und Leitungen aus Kupfer bei 30°C

Überprüfen wir nun die Bedingung nach Norm:

$$I_B \leq I_{N:\text{Sicherung}} \leq I_{Z:\text{Leitung}} \rightarrow I_{Z:\text{MIN}} \leq I_{Z:\text{Leitung}}$$

$$15,6A < 16A < 32A \rightarrow 27A < 32A$$

Diese Bedingung ist erfüllt mit einem Querschnitt von 4mm².

Ermittelter Querschnitt 4mm².

6.1.3 Kurzschlusschutz

Als Widerstand der Leiterschleife, bis zum Anschlusspunkt der Leitung, wurde $R = 0,8$ gemessen. Als Leitung soll ein NYM-J 5 x 4 mm² verlegt werden über die Länge von 21 m.

Für den Widerstand der Leitung gilt:

$$R_{\text{Leitung}} = 2 * \frac{21}{K \times A} = 2 * \frac{21}{56} * \left(1 + (3,9 * 10^{-3}) \left(\frac{1}{K}\right) * 60K\right) = 0,23\Omega$$

Daraus folgt für den Gesamtwiderstand:

$$R_{\text{Ges}} = R + R_{\text{Leitung}} = 0,8 + 0,23 = 1,03\Omega$$

Der Kurzschlussstrom beträgt:

$$I_K = \left(\frac{U_0}{R_{\text{Ges}}} \right) = \frac{230 \text{ V}}{1,03\Omega} = 223 \text{ A}$$

Nun kann die zulässige Abschaltzeit $t_{V A}$ ermittelt werden:

$$t_{V A} = \left(\frac{k * A}{I_K} \right)^2 = \frac{115 \frac{\text{A} * \text{s}}{\text{mm}^2} * 4 \text{ mm}^2}{223 \text{ A}} = 4,3 \text{ s}$$

Mit dem Kurzschlussstrom $I_K = 223 \text{ A}$ und dem Leitungsschutzschalter $B 10 \text{ A}$ wurde die Abschaltzeit, mit $t_A = 0,01 \text{ s}$ ermittelt. Da es sich hierbei um einen Drehstromverbraucher und einen Endstromkreis von 16 A handelt, können wir aus Tabelle 12 die erlaubte Abschaltzeit ablesen. Da es zwei Werte gibt, wird der kleinere benutzt. Wird der kleine Wert eingehalten, wird der größere automatisch mit eingehalten. Somit ist $t = 0,2 \text{ s}$.

Nun überprüfen wir die beiden Bedingungen nach VDE 0100 Teil 430:

1. Bedingung

$$t_A \leq t_{V A} \rightarrow 0,01 \text{ s} \leq 4,3 \text{ s}$$

2. Bedingung

$$t_A \leq t \rightarrow 0,01 \text{ s} \leq 0,2 \text{ s}$$

Ermittelter Querschnitt 4mm².

6.1.4 Spannungsfall

Hierbei ist zu beachten, dass die Leitung auf eine Belastbarkeit von 20A aufzulegen ist. Deswegen muss hier mit den angegebenen 20A gerechnet werden!

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} * 100 * I * L * \cos\varphi}{K * A * U}$$

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} * 100 * 20A * 21 * 1}{56 \frac{m}{mm^2 * \Omega} * 4mm^2 * 400V} = 0,81\%$$

Die erlaubten Grenzwerte werden eingehalten.

Ermittelter Querschnitt 4mm².

6.1.5 Abschlussbetrachtung

Alle Ermittlungen haben einen Querschnitt von 4mm² verifiziert. Daher entscheiden wir uns, eine Leitung NYM-J 5 x 4 mm² zu verlegen.

7 Das Testen

Zur Sicherstellung der einwandfreien Benutzbarkeit des Programmes, müssen natürlich verschiedene Tests ausgeführt werden. Die einzelnen Methoden müssen geprüft werden und die verschiedenen Eingabeszenarien durchgespielt werden. Dies nennt man Modultest oder Unittests. Hierzu gibt es Programme im Internet, welche die Testdurchläufe des zuvor erstellten Testcodes ermöglichen. Es gibt eigentlich nur zwei Programme auf dem Markt, welche für Java Entwicklung eingesetzt werden. Zum Einen ist dies das Testframework JUNIT und zum Anderen TestNG. Das Testszenario ist dann dazu in der Lage, die Verwendung der richtigen Komponenten und Schnittstellen nachweisen zu können. Wie bei allen vorhandenen Testmethoden ist auch hier kein komplett fehlerfreier Code zu erwarten, da nur bestimmte Testfälle getestet werden konnten. Aufgrund des überschaubaren Umfangs meines Programmcodes wurden nur der Modultest und der Benutzeroberflächentest durchgeführt.

7.1 Modultest

Hierbei werden kleine Teile des Programmcodes isoliert getestet. Dies können einzelne Methoden, Klassen oder Komponenten sein. Diese sogenannten Unit Tests bestehen hauptsächlich aus White-Box-Tests. Das heißt das der Tester die Code- und Programmstruktur kennt und weiß wie diese funktioniert.

Dieser erfolgt in drei Stufen nämlich einer Ausgangssituation, die zu testende Operation und das zu erwartende Ergebnis und wie groß die Abweichung vom realen Ergebnis sein darf. Zu diesem Zweck stellt das Testframework JUnit eine sogenannte „AssertEqual“-Methode bereit. Anhand dieser wird geprüft, ob der zu erwartende mit dem errechneten Werte übereinstimmt. Ist dies der Fall so wird der Test erfolgreich abgeschlossen. Wenn man eine Vielzahl an Tests programmiert hat, sollte man diese per Schaltfläche automatisieren, da sonst der Testaufwand zu hoch wird.

Untenstehend ein Modultest, so wie er im Programm verwendet wurde.

```
public class Test_Berechnung {  
    @Test  
    public void Test_Berechnung_nennstrom() {  
  
        int spannung = 230;  
        double cosphi = 1.0;  
        double nennleistung = 4.6;
```

```
int anzAdern = 4;
double expected = 20.0;
double result = Berechnungen.nennstrom(spannung, cosphi, nennleistung, anz
Adern);
assertEquals(expected, result, 0.0);
}
}
```

7.2 Benutzeroberflächentest

Bei diesem Test werden verschiedenste Einstellmöglichkeiten getestet. Die Eingabefelder wurden mit sehr kleinen bis zu sehr großen Zahlen gefüttert. In den Texteingabefeldern sind Zahlen und Sonderzeichen getestet worden. Auch auf das Erscheinen und Verständnis von Warnmeldungen wurde geachtet. Zu diesem Zweck wurden Probanden aus dem Familien- und Arbeitskollegenkreis zu Rate gezogen, um einen unvoreingenommenen Zugang zum Projekt zu erlangen. Des Weiteren müssen folgende Punkte beim Testen überprüft werden:

- Darstellung: Form, Farbe, Layout
- Interaktion: Ein-/Ausblenden, Selektion
- Benutzbarkeit: Ergonomie, Unterstützung, Navigation, Konsistenz
- Bildschirmübergänge: Formularabfolge, Session Management
- Zugangsrechte: Benutzerprofile

Die Erkenntnisse aus diesem Test bestimmen ferner, welche Oberflächendetails und Bedienelemente für das Endprodukt in Frage kommen werden. (Westphal, 2006)

7.3 Optimierung des Programms

Beim Testen der Benutzeroberfläche ist folgende Angelegenheit zu Tage getreten, dass das Starten und Laden Werte aus der Datenbank auf der Benutzeroberfläche ungefähr 10 bis 20 Sekunden. Ein Vorteil beim Erweitern des Programms, wäre eine Optimierung des Programmcodes, der zur Initialisierung der GUI mit den Startwerten dient. Bei der Ausgabe der Daten wäre ein zweiter JFrame, welcher über dem Hauptfenster erscheint und dort weitere Bearbeitungsmöglichkeiten zur Verarbeitung der Kabelliste bieten würde eine Aufwertung zur Benutzbarkeit des Programms. Zusätzlich könnte man eine Visualisierung der Auslastung des verwendeten Kabels nach einer erfolgreichen Berechnung im GUI als Balkendiagramm darstellen. Eine weitere Vereinfachung bei der Auswahl der Verlegeart, wäre eine kleine Bildvorschau aus der Verlegenorm.

8 Ergebnisse und Ausblick

Im abschließenden Kapitel werden die bisher gewonnenen Ergebnisse zusammengefasst und eine Bewertung der Leistung aus Sicht des Autors vorgenommen. Ein Ausblick zeigt Weiterentwicklungspotenziale auf.

8.1 Ergebnisse

Das Diplomarbeitsthema ergab sich aus der Anforderung des firmeninternen Projektierungsablaufs heraus. Das hier beschriebene Programm ist ein wichtiger Bestandteil bei der Abwicklung und Erstellung der Leistungsverzeichnisse, die als Grundlage von Ausschreibungen dienen. Der Wunsch nach einem unterstützenden Programm und die Wirtschaftlichkeit stellten die Grundlage für diese Arbeit dar.

Nach Findung eines Themas wurden die Grundlagen und Standards erläutert, welche zu einem besseren Verständnis und einer besseren Bedienbarkeit des Programmes führen.

Anschließend wurde auf den Aufbau und die Eigenschaften einer Datenbank eingegangen. Dazu wurden verschiedene Beziehungstypen und Begriffe grafisch dargestellt. Im weiteren Kontext wurden die einzelnen Berechnungsvorgänge im Detail betrachtet.

8.2 Bewertung der Arbeit

Die anfangs festgelegten Spezifikationen des Prototyps, konnten zum Großteil erfüllt werden. Des Weiteren konnten die zur Ausführung des Programms nötigen Funktionen mit der dazu neu erworbenen objektorientierten Programmiersprache Java, nach einer gewissen Einarbeitungsphase, sehr gut umgesetzt werden.

Eine weitere Herausforderung war das Erstellen von Datenbankabfragen mit Hilfe von SQL-Befehlen, sowie deren Anbindung an die Datenbank, welche in den Java Code integriert werden mussten. Diese sind nach mehreren Anläufen und Änderungen zum wichtigsten Bestandteil der Arbeit geworden.

Um manche unerfüllte Anforderungen realisieren zu können, bedarf es an tiefergehenden Programmierkenntnissen als die derzeit vorhandenen. Die Programmiersprache JAVA ist plattformübergreifend anwendbar, wie ich auch bei meiner Recherche auch feststellen konnte, mit einer Vielzahl an Fachliteratur vom Einsteiger bis hin zum Profianwender verfügbar.

Der größte Vorteil der sich aus diesem Projekt ergibt, ist die effizientere Nutzung der Planungstätigkeiten im Unternehmen. Man hat sofort einen genauen Überblick über die wichtigsten Daten bei der Kabelberechnung und kann diese in weiterer Folge in Excel oder PDF ausgeben oder an den Drucker senden.

8.3 Ausblick

Um eine verbesserte Lösung für das Unternehmen bereitzustellen, sollte der Zugriff auf das Programm über eine Weboberfläche verfügbar sein, um dort Standort übergreifend verfügbar zu sein. Dazu müsste man natürlich auch alle Sicherheitsstandards der Firma und die aktuellen Webstandards mit einfließen lassen und berücksichtigen.

Eine weitere Verbesserung des Programms wäre eine Berechnung zur automatischen Ermittlung aller Mengen der berechneten Kabel und Sicherungseinrichtungen. Damit könnte sich ein Unterprogramm zur Schaltschrankberechnung aufgrund der vorhergehenden Anforderungen abspalten. Über dieses Programm wäre man dann in der Lage, eine genaue Anforderungsliste der einzelnen Komponenten in die Massenermittlung einfließen lassen zu können. Die verschiedenen Szenarien im Schaltschrank würden dann grafisch aufbereitet und für den Anwender sofort ersichtlich sein. Damit hat man sofort einen Kontrollmöglichkeit, ob die Reserven im Schaltschrank für zukünftige Umbauten genügend Platz bieten würden. Dies wäre besonders bei Um- und Zubauten für die Planung sehr hilfreich.

9 Literaturverzeichnis

- Cornelia Heinisch, F. M.-H. (2011). *Java als erste Programmiersprache- Vom Einsteiger zum Profi* (Bd. 6.Auflage). Wiesbaden, Deutschland: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Europa Lehrmittel: Nourney, V. (2002). *Fachkunde Elektrotechnik* (Bd. 23. Auflage). Deutschland: verlag.
- Günter Matthiessen, M. U. (2012). *Relationale Datenbanken und SQL in Theorie und Praxis*. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Habelitz, H.-P. (2012). *Programmieren lernen mit Java*. Bonn 2012: Galileo Press.
- Inden, M. (2011). *Der Weg zum Java-Profi*. Heidelberg: dpunkt verlag GmbH.
- L.Heinhold, R. S. (1999). *Kabel und Leitungen für Starkstrom* (Bd. 5. Auflage). Erlangen,Deutschland: Publicis-MCD-Verlag.
- Michael Kofler, B. Ö. (2005). *PHP 5 & MySQL 5*. Deutschland: Addison-Wesley Verlag.
- Oracle. (3. März 2014). *Java*. Von <https://www.java.com/de/about/> abgerufen
- Steiner, R. (2009). *Grundkurs Relationale Datenbanken - Einführung in die Praxis der Datenbankentwicklung für Ausbildung, Studium und IT-Beruf*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Ullenboom, C. (2014). *Java ist auch eine Insel* (Bd. 11. Auflage). Deutschland: Galileo Computing.
- Westphal, F. (2006). *Testgetriebene Entwicklung mit JUNIT & FIT*. Heidelberg, Deutschland: dpunkt.verlag GmbH .

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Halbenrain, den 22. November 2014

Ing. Jürgen Oswald

Anlagen

CD mit Programmcode